COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT-TROISIÈME

JUILLET — DÉCEMBRE 1886.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1886

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 JUILLET 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Notice sur la vie et les travaux de Louis-François-Clément Bréguet, *Membre de l'Académie des Sciences, né à Paris le* 22 *décembre* 1804, *mort le* 27 *octobre* 1883; par M. de Jonquières.

« Il est des familles où la science, l'art, le talent haussé parfois à la hauteur du génie, se transmettent de génération en génération, et dont la célébrité, sans cesse alimentée aux sources du travail et de l'honneur qui l'ont créée, survit sans déclin, comme sans défaillances, à celle des ancêtres.

» Les Bréguet appartiennent à ces familles-là.

» Le premier, Abraham Bréguet, l'aïeul de celui dont je vais retracer la vie et les travaux, était un modeste apprenti horloger à Neuchâtel, en Suisse, lorsqu'à l'âge de quinze ans il devint chef de famille. Peu d'années après, il avait, à force de volonté et de talent, refait son éducation né-

gligée, créé une maison en France (où il était rentré en 1762), et établi sa supériorité dans l'art de construire les chronomètres de haute précision.

» Le problème de la détermination des longitudes préoccupait alors, à juste titre, les nations maritimes. On avait d'abord compté sur la Lune. Mais les mouvements compliqués de ce capricieux satellite n'avaient encore révélé aux astronomes et aux géomètres que ses plus faciles secrets; les *coordonnées lunaires* ne pouvaient être prédites à l'avance avec une suffisante exactitude, et les observations de *distances*, que les navigateurs avaient néanmoins coutume de faire, faute de mieux, ne pouvaient, le plus souvent, leur donner que des résultats trop éloignés de la vérité. C'est donc vers le transport exact du temps que, en attendant de nouveaux progrès de la Mécanique céleste et des Tables astronomiques, se tournaient, avec un espoir moins lointain, les encouragements des gouvernements et les efforts des artistes. En France, Leroy et Berthoud étaient entrés avec éclat dans la lice, lorsque Bréguet, leur disciple ou leur élève et bientôt leur émule, y parut à son tour. Il ne tarda pas à s'y faire une telle place, il y décida si franchement la suprématie de la Chronométrie française, que, pendant les deux années qu'il dut s'expatrier au delà de la Manche pour fuir les dangers que les événements politiques lui faisaient courir sur le sol français, l'un des maîtres de l'horlogerie anglaise fit loyalement et ouvertement appel à son concours et lui demanda de lui révéler ses secrets.

» A son retour à Paris, il s'établit dans une ancienne maison du quai de l'Horloge, datant de l'époque des Valois, qui est restée depuis lors le siège de la famille. Il y termina sa vie, en 1823, à l'âge de soixante-seize ans, membre de l'Académie des Sciences et du Bureau des Longitudes.

» Après lui, son fils Antoine, aussi bien doué, mais apparemment moins persévérant dans la conduite des affaires, ne dirigea que pendant dix années l'établissement renommé et prospère dont il héritait. Un beau jour, il le quitta, disant adieu au monde, sinon à la Science. Du moins, il ne l'avait pas laissé déchoir, et la réputation n'en était pas amoindrie, lorsque son fils Louis, qui, sous ses ordres, y dirigeait l'atelier d'horlogerie, fut appelé subitement à l'honneur et à la charge de le conduire.

» S'il faut de rudes épreuves pour bien tremper les caractères, Louis Bréguet n'eut, sous ce rapport, rien à désirer pour se trouver d'emblée à la hauteur de sa tâche. Son père, imbu de certains systèmes philosophiques alors en vogue, ne lui avait ménagé aucune des austérités d'une éducation à la spartiate, comptant sans doute lui en inoculer l'indomptable énergie;

sous ce rapport, il n'avait pas fait un faux calcul. Lorsque était arrivé pour son fils l'âge des études sérieuses, il s'était personnellement occupé de son éducation avec une ponctualité et une rigueur qui, cinq ans après, avaient porté leurs fruits. Louis achevait alors sa vingtième année. Un travail opiniâtre, commençant à 4^h du matin pour ne finir qu'à 11^h du soir, sous l'œil jamais distrait de son père, une étude approfondie de son art, la pratique personnelle de tous les détails, soit à Versailles, soit à Genève, n'avaient pas seulement façonné en lui un horloger de premier ordre. Ses vues s'étaient portées au delà de la profession; l'horizon de ses idées s'était agrandi, et, dès son arrivée au pouvoir, il conçut et réalisa, dans ses ateliers, le projet systématique d'adjoindre à la fabrication des chronomètres de précision la construction d'autres instruments appliqués aux Sciences physiques, qui prenaient alors un si puissant essor. Son grand-père Abraham lui avait ouvert cette perspective, en créant, de toutes pièces, le *thermomètre métallique*, qui porte son nom et est resté l'un des plus sensibles et des plus délicats instruments de la thermométrie. Louis le perfectionna en y adaptant, en 1840 (¹), l'*aiguille à pointage*, inventée par son grand-père pour les *compteurs astronomiques*, qu'il avait déjà perfectionnée lui-même pour cette première application, et dont il fit usage plus tard pour déterminer, de concert avec M. Wertheim, la vitesse du son dans le fer et pour réaliser beaucoup d'autres effets mécaniques (²).

» Ce succès lui valut, en 1843, l'honneur d'être nommé Membre du Bureau des Longitudes et Membre correspondant de l'Université de Kasan. C'était un beau stimulant pour en obtenir de nouveaux.

» Son premier travail dans le domaine de la théorie pure eut pour objet l'*induction électrique;* il le fit en collaboration avec M. Masson, professeur au lycée Saint-Louis. Leur but était d'accumuler, sans déperdition, l'électricité statique ou *de tension*, née de la réaction du courant voltaïque; les deux expérimentateurs l'atteignirent. Ils obtinrent de la sorte tous les phénomènes lumineux qui, jusque-là, avaient été le partage exclusif de la machine à plateau de verre, et fixèrent, dans ce travail trop oublié, les bases de la machine d'induction, qui allait prendre une place importante parmi les instruments de Physique, par les mains habiles et sous le nom de Ruhmkorff (³).

(¹) *Comptes rendus*, t. XI, p. 24; 6 juillet 1840.

(²) *Ibid.*, t. XIII, p. 426.

(³) *Annales de Chimie et de Physique*, t. IV, p. 129, et *Comptes rendus*, t. XXXII, p. 293.

» Louis Bréguet se trouvait dès lors lancé dans les applications de l'Électricité dynamique, science née avec le XIXe siècle, et qui, nourrie par le génie d'Ampère, grandissait en faisant des pas de géant. Il y appliqua toute sa fertilité ingénieuse des combinaisons mécaniques, et devint, dans notre pays, autant par la variété des instruments sortis de ses mains que par l'initiation généreuse et désintéressée que les ingénieurs et les praticiens trouvaient dans ses ateliers, l'un des principaux promoteurs de ce merveilleux agent.

» En 1845, sur la demande du colonel Konstantinoff, de l'artillerie russe ([1]), il imagina et construisit, d'après un principe appartenant, soit à cet officier, soit à Wheatstone, le premier appareil destiné à mesurer la vitesse d'un projectile en différents points de sa trajectoire. Les beaux instruments réalisés récemment, dans un ordre analogue de recherches, par MM. Marcel Deprez, notre Confrère, et Sébert, ne doivent pas faire oublier la première solution originale d'un problème important et très difficile.

» Cette incursion dans le champ des choses militaires n'est pas la seule que Bréguet ait tentée avec succès. Je dirai tout de suite, sans m'astreindre cette fois à l'ordre chronologique, que, vingt-cinq ans plus tard, il imagina, pour le service du Génie, un *exploseur* destiné à enflammer à distance les amorces, dites *d'induction* ou *de tension*, qui avait sur quelques autres, dérivés du même principe, le sérieux avantage d'être plus léger et plus portatif. Sous un petit volume, sa puissance est telle, qu'il a pu enflammer des amorces à la distance de Paris à Bordeaux, qui est de 585^{km}!

» Ce petit appareil a rendu de nombreux services dans la guerre de 1870, et son rôle n'est pas fini. Nous en faisions parfois usage à l'École des torpilles de Boyardville, bien que l'électricité de haute *tension*, qui exige un isolement parfait des conducteurs, n'ait pu être généralement adoptée dans le service de la Marine, où leur immersion dans la mer est le plus souvent une condition nécessaire.

» Il nous était connu, comme il l'est aussi ailleurs, sous le nom de *coup de poing de Breguet* : dénomination expressive et juste, puisque l'étincelle s'y produit par la séparation brusque et comme par l'arrachement de deux surfaces métalliques primitivement en contact, d'où résultent, comme dans le *marteau d'eau* des hydrauliciens, une soudaine accumulation de force vive du courant électrique et ce qu'on nomme l'*extra-courant de rupture*.

([1]) *Comptes rendus*, t. XX.

» Je reviens aux années voisines de 1845. Une grande question s'agitait alors entre les physiciens : lequel des deux systèmes, de l'*émission* ou des *ondulations*, fallait-il, après un long débat demeuré sans jugement et sans arrêt, mais non sans plaidoiries violentes, admettre définitivement dans la Science?

» Arago, dans un de ses éclairs d'intuition et de génie, avait projeté des expériences qui devaient la trancher sans réplique, si l'on parvenait à déterminer *directement* les vitesses comparatives des rayons lumineux dans l'air et dans les liquides; elles exigeaient avant tout des miroirs tournant sur eux-mêmes avec une extrême vitesse. L'idée du miroir tournant avait été déjà réalisée par Wheatstone; mais il fallait, dans le cas présent, pouvoir apprécier numériquement les vitesses, ce qui semblait imposer l'emploi des engrenages. La solution mécanique de ce problème très difficile fut confiée à Breguet, qui le résolut en exécutant avec une extrême précision le système de denture dit *de White*, et finalement les appareils désirés.

» Dans un de ces appareils, on voit trois miroirs combinés faire chacun, sous l'action d'une force médiocre, plus de *deux mille tours* dans une seconde de temps. En ôtant les miroirs, Breguet put obtenir pour l'un des axes la vitesse incroyable de *neuf mille tours* par seconde et, chose non moins incroyable, en contrôler le nombre : merveilleux assujettissement du vertige lui-même à la discipline!

» C'est avec un instrument semblable, combiné selon les indications de notre Confrère M. Fizeau, que ces deux collaborateurs réalisèrent victorieusement l'expérience demandée par Arago; il en fut rendu compte à l'Académie des Sciences, le 7 juin 1850 ([1]). Peu de jours auparavant, Foucault, avec la collaboration de Froment, l'avait exécutée de son côté, indépendamment, par une ingénieuse disposition de la turbine à air ou à vapeur.

» Cette double épreuve fut décisive pour la Science, et si le débat ne cessa point entièrement entre les belligérants, du moins il n'eut plus de raison d'être pour les neutres impartiaux.

» L'historique de cette question, qu'après des maîtres de la Science tels que ceux de nos Secrétaires perpétuels, à qui nous devons les *Éloges historiques* de Foucault ([2]) et d'Arago ([3]), je me garderais d'oser vous

---

([1]) *Comptes rendus*, t. XXX, p. 562 et 771.

([2]) Par J. Bertrand, 6 février 1882.

([3]) Par Jamin, 14 septembre 1884.

raconter de nouveau, est des plus *curieux* (j'emploie le mot le plus doux que je trouve) par l'étonnante persistance des opinions adverses, je devrais dire par la ténacité des partis pris; et si Poinsot, dans une circonstance analogue, put croire à une *Astronomie passionnée*, je ne serai pas téméraire en soupçonnant dans celle-ci une *Physique intransigeante*. « Arago, dit M. Bertrand dans l'un des *Éloges* que je viens de citer » (p. 7), sourit à la belle expérience, heureux d'évoquer par ses justes » louanges le souvenir des jours glorieux où, vainqueur de Laplace, » de Poisson et de Biot, il entraînait l'Académie, qui en remercie sa » mémoire, à saluer la première le génie naissant de Fresnel. » Sur la bouche d'Arago, ce sourire était comme l'*amen* qui termine l'*Office des morts*.

» Quel triomphe pour les expérimentateurs, que d'avoir apaisé d'un seul coup ce grand litige, élevé, il y avait deux siècles, entre Newton, d'une part, Descartes, Hooke et Huygens, de l'autre, et si souvent agité depuis!

» Il restait encore à déterminer avec précision un autre élément, très important aussi, la vitesse de propagation des *ondes lumineuses*. C'est encore au génie de M. Fizeau que la Science doit la première détermination de cette vitesse, rigoureusement obtenue par des moyens *purement terrestres*. Plusieurs années après, la question fut reprise, et des résultats presque identiques entre eux furent donnés, d'un côté par Foucault et Froment, de l'autre par notre Confrère M. Cornu, à qui Bréguet prêta le concours dévoué et efficace de son talent. C'est de ses ateliers que sortit l'appareil délicat qui permettait d'apprécier des $\frac{1}{240000}$ de seconde de temps. L'expérience, réalisée par Foucault, de son côté, avec des résultats presque identiques ([1]), réussit au delà de tout ce qu'il était permis d'espérer. Ces déterminations numériques, franchissant le domaine de la Physique, allèrent porter leur enseignement dans l'Astronomie, en y confirmant les prévisions de Le Verrier, fondées sur de profonds calculs, que le chiffre admis jusque-là pour la valeur de la parallaxe solaire devait être accru d'environ $\frac{3}{10}$ de seconde d'arc. Ils rapprochaient tout d'un coup le Soleil de la Terre de près de cinq millions de kilomètres!

» Lorsque la *Télégraphie électrique*, théoriquement créée par Ampère et pratiquement réalisée par Wheatstone, fit son entrée dans le monde, Bré-

---

([1]) Foucault trouva pour la vitesse de la lumière 298000^{km} par seconde; M. Cornu, 300400^{km}.

guet se jeta avec ardeur dans les applications de cette étonnante découverte.

» Désigné, en 1845, pour faire partie de la Commission qui présidait à l'établissement de notre premier télégraphe électrique, entre Paris et Rouen, il en devint, à plusieurs égards, le membre le plus important. Il y appliqua le principe, découvert en 1838 par Steinheil, d'après lequel on peut supprimer le deuxième fil de communication et laisser la terre effectuer elle-même le retour du courant électrique : principe fécond, qui ménage la force motrice ainsi que la quotité du matériel de conduction, et permet de réaliser des économies considérables (¹).

» Le *Traité* publié par Bréguet, à cette occasion, sur la Télégraphie et les services rendus par lui dans la Commission de Rouen lui valurent, en 1845, la croix de chevalier de la Légion d'honneur.

» C'est à lui que sont dus, comme conception et exécution, le télégraphe *à lettres*, le télégraphe *à cadran* et le télégraphe *mobile* (²), dont le second, particulièrement, adopté par les compagnies de chemins de fer pour le service de la voie, offre une si grande simplicité de manipulation et une telle sûreté de fonctionnement, que l'initiation professionnelle y est à peu près superflue.

» Le contact de Bréguet avec le service des voies ferrées lui fournit l'occasion de résoudre de nombreux problèmes intéressant la sécurité dans les mouvements des trains et dans la préservation des appareils de signaux. Je citerai, comme l'un des plus importants perfectionnements qu'il y ait réalisés, l'invention du *parafoudre*, destiné à préserver les électro-aimants des télégraphes contre les ravages du tonnerre, dans les temps d'orage, et les employés contre ses dangers (³).

» Une autre application de l'électricité, due aussi à Wheatstone, pour la transmission et la distribution de l'heure à distance, devint pour Bréguet un nouveau sujet de méditations et de succès éclatants. Après avoir installé un premier système à Lyon, en 1856, pour faire marcher 72 cadrans par un courant, inversé à chaque minute, qu'envoyait une horloge centrale, il le perfectionna (1857) en ne donnant au courant que le soin, moins précaire, de remettre périodiquement de véritables horloges à l'heure, une

---

(¹) *Comptes rendus*, t. XXXIV, p. 291.
(²) *Ibid.*, p. 649.
(³) *Ibid.*, p. 980.

fois par jour, à midi ou à minuit ([1]). Ce n'était plus, à proprement parler, la *transmission* de l'heure : c'en était la *régularisation*.

» Enfin, en 1876, il se trouva, dans la même voie, aux prises avec le problème, bien autrement ardu, posé par Le Verrier, de faire reproduire, *à la seconde près*, l'heure de la pendule-type de l'Observatoire national, par seize horloges, appelées *centres horaires*, réparties dans les divers quartiers de la capitale. Une *synchronisation* si absolue présentait de grandes difficultés, dans les conditions de *certitude constante* qu'exigeait son fonctionnement régulier et normal. L'idée fondamentale d'une solution pratique avait été donnée par Foucault et appliquée ingénieusement par M. Vérité, de Beauvais. Notre Confrère M. Wolf l'avait réalisée, de son côté, dans l'intérieur de l'Observatoire national. Bréguet, en l'exécutant à son tour, sur une bien plus large échelle, pour la ville de Paris, y acquit un titre de plus à la reconnaissance des savants, des horlogers et du public.

» C'est aussi de ses ateliers, où il était secondé par des coadjuteurs habiles, formés sous sa direction vigilante, que sont sortis, à diverses époques :

» Le *sphygmographe,* avec cylindre enregistreur, de notre Confrère M. Marey, dont l'imperturbable diagnostic poursuit les secrets de la fièvre jusque dans les moindres variations de ses pulsations;

» Le *régulateur,* continu et isochrone, de notre regretté Confrère M. Yvon Villarceau, qui, appliqué aux *équatoriaux,* arrête le Soleil ou les étoiles pour l'observateur;

» L'*oscillomètre* de M. Bertin, dont la mer, dans ses plus grands caprices, ne déconcerte pas les indications;

» Le *séismographe* de notre Confrère M. Bouquet de la Grye, sentinelle toujours éveillée, dont les mouvements les plus imprévus et les plus cachés de l'écorce terrestre ne surprennent jamais le vigilant contrôle;

» Le *chronographe* du capitaine de vaisseau Fleuriais, qui en a fait, en se servant aussi de beaux instruments dus au talent de Brunner, l'usage que chacun sait, à Pékin et ailleurs, pour ses observations astronomiques, aussi diverses qu'importantes.

» J'en passe, ne pouvant les citer tous.

» Tous ces travaux et services rendus à la Science marquaient la place de Louis Bréguet dans l'Académie des Sciences. Arago, lors de la mort de Gambey, le pressa d'y présenter sa candidature pour y reprendre la place

---

([1]) *Comptes rendus,* t. XLV, séance du 23 novembre 1857.

que son grand-père avait occupée. M. Combes, son concurrent, l'emporta de deux voix sur lui (26 voix contre 24 voix). Une occasion d'entrer dans la Section des Membres libres se présenta en 1873; Bréguet songea à s'y porter candidat, mais, quand il sut que M. de Lesseps le désirait, il s'effaça aussitôt, ne voulant point paraître élever une digue devant celui qui n'avait jamais été arrêté par aucune, et pour qui il professait une sincère admiration. Il fut élu, dans cette Section, l'année suivante, 1874.

» Quatre ans après, en 1878, le Gouvernement lui accorda la croix d'officier de la Légion d'honneur.

» Inflexible dans ses convictions sur le terrain de la politique, mais antipathique aux préoccupations troublantes qu'elle fait naître, Bréguet concentrait ses affections et son activité dans le cercle de la famille et l'administration des affaires. Son autorité y était douce; son gouvernement, ferme, humain pour les ouvriers, soucieux de leurs intérêts. Homme de bon conseil, conciliant, serviable et même bienfaiteur incorrigible, il était, pour les autres, prodigue de son temps, de son industrie et de sa bourse. Simple d'allures, toujours souriant et de bonne humeur, il savait obliger avec une rondeur et une bonhomie qui doublaient le prix du service rendu et lui créaient des amis.

» Toujours prêt à donner sa collaboration dévouée et désintéressée aux savants qui la réclamaient, il a laissé un souvenir reconnaissant chez ses Confrères, et ce n'est point ici que je risque de rencontrer un contradicteur.

» Bien qu'il eût atteint un âge assez avancé, la mort l'a frappé de la façon la moins prévue par sa famille et par ses amis. Trois jours auparavant, il prenait part, avec sa régularité habituelle, à l'un de nos banquets annuels. Mais, sous cette apparence de vigueur et d'entrain, qu'il devait à sa robuste constitution, se cachait, pour les autres sinon pour lui-même, l'effort qu'il s'imposait pour dominer l'incurable douleur qui, chaque jour, tarissait en lui les sources de la vie. Frappé dans ses plus chères affections par la perte d'une fille, enlevée dans la force de l'âge, bientôt par celle de son neveu, M. Niaudet-Bréguet, savant aussi aimable que distingué, il lui restait un fils, ancien élève de l'École Polytechnique, déjà connu par d'honorables travaux scientifiques, sur qui reposaient ses plus glorieuses et légitimes espérances. Ce successeur de son nom, conservateur désigné de la gloire de la maison, lui fut, à son tour, enlevé à la fleur de l'âge, mais déjà dans la maturité du talent; il n'avait que 30 ans! Cette catastrophe porta au cœur du père, trois fois cruellement éprouvé, un coup irréparable, et lui seul, sans doute, dut ne pas s'étonner de la rapidité fou-

droyante avec laquelle s'approchait celui qui allait le frapper lui-même.

» C'est le 27 octobre 1883 que, soudainement, sans le plus léger avertissement, au milieu d'une de ses lectures quotidiennes, il s'est éteint, laissant au monde savant des regrets persistants, et à sa veuve, comme à sa fille aînée (Mme Ludovic Halévy), une douleur sur laquelle la discrétion et le respect me défendent d'insister !

» Tel fut, Messieurs, l'homme de bien, le travailleur infatigable, le savant modeste, héritier d'une grande tradition, mais fils de ses œuvres, dont je me suis fait, comme ayant eu l'honneur de lui succéder parmi vous, le pieux devoir de vous retracer la carrière. Il y a six mois, sous la coupole de l'Institut, dans une solennité dont il m'est deux fois agréable de rappeler le souvenir, l'un de nos éminents Confrères définissait la « vraie démo» cratie : celle qui permet à chaque individu de donner son maximum » d'efforts dans le monde [1] » ; Louis Bréguet était de cette démocratie-là, et il a usé noblement de la permission. »

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle a faite dans la personne de M. *H. Abich,* Correspondant de la Section de Minéralogie, décédé à Vienne le 1er juillet.

Note sur les travaux de M. Abich ; par M. **Daubrée.**

« M. Hermann Abich a débuté dans la Science, en 1831, par un travail qui lui a tout d'abord acquis une place très distinguée parmi les minéralogistes. Une série d'analyses chimiques, faites par des procédés nouveaux, lui décelait la composition de divers minéraux, spinelle magnésien, pléonaste, gahnite, franklinite, qui tous se rattachent à un même type, au double point de vue de la composition et de la forme cristalline, ainsi qu'au fer oxydulé magnétique et au fer chromé. Cette heureuse simplification ne doit pas être oubliée dans l'histoire de la Science.

» Dix ans plus tard, avec cette même exactitude qu'il avait manifestée, il étudiait la composition d'une série de roches volcaniques et il cherchait à les classer à l'aide de leur élément feldspathique, qu'il définissait avec

---

(1) Réponse de M. Pasteur au discours de réception de M. Bertrand à l'Académie française (10 décembre 1885).

précision. C'était alors un progrès réel dans la connaissance de la composition des roches éruptives. En même temps, il allait visiter sur place les matériaux dont il étudiait habilement la constitution, en visitant le Vésuve, les champs Phlégréens, l'Etna et les îles Éoliennes.

» Après avoir établi pendant quelques années sa résidence à Saint-Pétersbourg, M. Abich résolut de la reporter à Tiflis, où il était mieux placé pour explorer, comme géologue, la chaîne du Caucase et les pays voisins. C'étaient des contrées jusqu'alors à peine connues, et sur lesquelles il devait apporter des faits pleins d'intérêt pour l'histoire générale du globe.

» Parmi de nombreuses publications qui ne sauraient être mentionnées ici, je rappellerai seulement ses études sur les presqu'îles de Kertsch et de Taman, où il décrit les émanations gazeuses qui ont rendu cette contrée classique, et établit une classification exacte de ses divers étages tertiaires, marins, saumâtres et d'eau douce; un travail étendu sur l'apparition, en mai 1861, d'une île dans la mer Caspienne, qui reçut le nom de *Kumani*, ainsi que sur les volcans boueux qui abondent dans la même région; une étude sur la nature et les émanations de la contrée à naphte de la Caspienne; une autre sur la constitution des massifs montagneux compris entre le Kur et l'Araxe.

» Les sources thermales du Caucase et du Daghestan et les relations qui unissent leur origine aux dislocations profondes du sol, ainsi qu'aux éruptions de roches volcaniques, ont été, de la part de M. Abich, l'objet d'observations nombreuses et remarquables. Plusieurs Mémoires et les Cartes géologiques qu'il a données des groupes du Terek et des environs de Piatigorsk mettent particulièrement ces connexions en lumière.

» L'attention de M. Abich s'est également portée sur les principales questions de Physique du globe et de Climatologie, entre autres sur les tremblements de terre, sur la limite des neiges perpétuelles et celle des glaciers aux deux versants du Caucase, et sur la constitution de la grêle.

» Muni aussi de connaissances solides en Paléontologie, il a su les mettre à profit pour la classification de plusieurs terrains dont l'âge était resté indéterminé. C'est ainsi qu'il a fixé celui des masses de sel gemme qui abondent dans l'Arménie russe, dans le bassin du lac Ourmiah et une partie de l'Asie Mineure : quoique associé à des gypses et à des glaises bigarrées qui rappellent tout à fait le groupe du keuper, cet ensemble de roches salifères doit être rapporté à l'étage tertiaire moyen. Les couches crétacées du Daghestan et de la Transcaucasie lui ont aussi fourni des conclu-

sions tout à fait neuves, au point de vue de leur faune. Dans le calcaire carbonifère de l'Arménie, au milieu des fossiles habituels de cet étage, il a trouvé beaucoup d'espèces nouvelles, dont de véritables cératites que, jusqu'alors, on avait cru caractéristiques du trias.

» Les dangers graves qui menaçaient autrefois, à raison de la guerre, ceux qui s'aventuraient dans certaines régions du Caucase, n'ont en rien ralenti les investigations de M. Abich, et ne l'ont pas empêché d'y faire alors des stations prolongées. Les ascensions les plus difficiles ne l'arrêtaient pas davantage. Après quatre tentatives successives, il atteignait, le 29 juillet 1845, la cime de la plus imposante montagne de la région, celle du grand Ararat, volcan encore actif, dont l'altitude surpasse celle du mont Blanc d'environ 300^{m}.

» En dehors de ses recherches géologiques proprement dites, M. Abich a exécuté de nombreuses mesures géodésiques et des déterminations d'altitude, en y apportant la précision qui le caractérisait partout. Il a ainsi représenté, sur d'excellentes Cartes, l'orographie de plusieurs des pays qu'il explorait si utilement pour la Science, notamment celle du haut plateau de l'Arménie.

» Des dessins élégants et fins et des coupes géologiques, que M. Abich exécutait avec un rare talent d'artiste, contribuent encore à rehausser l'intérêt de beaucoup de ses publications.

» Nulle part cet utile concours du dessinateur consommé ne se montre mieux que dans le grand Ouvrage où ce savant avait entrepris de coordonner ses observations, recueillies pendant plus de trente années de voyages dans les contrées caucasiennes. A côté du beau Volume de texte accompagné de Cartes et d'excellentes figures, publié en 1882, on ne peut voir sans admiration les magnifiques panoramas coloriés géologiquement, que l'intrépide explorateur a dû aller prendre parfois à des altitudes de plus de 3000^{m}. Ceux du plateau des environs d'Erzeroum et du système de l'Ararat transportent véritablement celui qui les voit au milieu de ces scènes majestueuses et font connaître, par un seul coup d'œil, la constitution géologique des pays étendus que l'œil embrasse.

» C'est pendant que l'infatigable géologue poursuivait la publication de cette œuvre monumentale, dans sa résidence de Vienne, adoptée par lui depuis quelques années, que, le 1er juillet dernier, après une courte maladie, la mort est venue l'arrêter après une existence de près de quatre-vingts ans; elle a frappé une activité toute juvénile, unie à une intelligence d'élite.

» Depuis 1879, M. Abich appartenait, comme Correspondant, à notre Académie.

» Par l'étendue et la variété de ses connaissances, par son intrépidité dans les explorations les plus difficiles, par l'exactitude de ses observations, par le haut intérêt des sujets qu'il a traités, enfin par ce feu sacré de la Science que soixante années de labeur n'avaient aucunement affaibli, M. Abich occupe incontestablement un rang éminent parmi les géologues contemporains. »

MÉCANIQUE. — *Sur le mouvement d'un solide homogène, pesant, fixé par un point de son axe de figure;* par M. DE JONQUIÈRES.

« Ce problème, pour être résolu d'une façon complète, exige l'emploi des ressources d'un calcul élevé ([1]). Mais, si l'on ne veut que se rendre exactement compte du *mode d'action des forces* qui y sont en jeu, sans *mesurer* les effets, on peut, en suivant les traces de Poinsot, se faire une idée nette et précise du phénomène. Il faut pour cela, comme il le dit lui même et en donne l'exemple, « considérer les choses en elles-mêmes, et sans les » perdre de vue dans le cours du raisonnement ».

» Tel est le but que je me suis proposé, dans une *Étude sur le mouvement de la toupie*, que j'aurai prochainement l'honneur de présenter à l'Académie. Mais, comme le Mémoire excédera les limites fixées par le règlement, je vais donner, dans la présente *Note*, qui en sera partiellement l'analyse, un simple aperçu des principes et de la méthode qui y sont employés.

» Poinsot, dans sa *Théorie des cônes circulaires roulants*, n'examine, § 27, que le cas le plus simple du problème en question, celui où l'axe de figure est astreint à décrire, d'un mouvement de précession uniforme, sans nutation, un cône droit et circulaire autour de la verticale. Pour réaliser ce mouvement particulier, qu'il impose à l'axe, Poinsot part de cette seule donnée, qu'un certain cône roulant, droit et circulaire aussi, attaché au corps, a reçu une rotation initiale, de grandeur déterminée, *autour d'une génératrice*. Il ne dit point autour de son axe de figure; car, si elle était imprimée autour de l'axe de figure, cette hypothèse seule serait incapable de se concilier avec le mouvement prescrit. Dans ce cas, il faudrait en outre,

---

([1]) Voir, parmi les *Traités de Dynamique* modernes, ceux de Resal (t. I, p. 363), de Bour (2e fascicule, p. 213); de Despeyrous, avec notes de M. Darboux (t. II, p. 250), etc.

comme le fait Bour (p. 210), y joindre cette deuxième hypothèse que l'axe de figure est doué d'une vitesse initiale de précession, de sens et de grandeur convenables, de telle sorte qu'au lieu de partir du repos, comme Poinsot le fait (et, d'après sa donnée, a le droit de le faire), cet axe, à l'instant où sa liberté lui est rendue, soit animé déjà d'un certain mouvement, fini, autour de la verticale, de même que le corps en a un autour de lui.

» Il est aisé de voir, et je montre dans mon *Étude*, pourquoi ces deux conditions initiales de Bour sont équivalentes à la condition unique de Poinsot, par des considérations très simples de Dynamique et de Cinématique. Bour le constate par l'équivalence d'une formule de Poinsot avec la sienne (p. 177).

» Le principe fondamental de mon interprétation consiste en ce que la direction d'un *axe principal* (notamment ici l'axe de révolution) est la seule suivant laquelle l'axe du *couple résultant* et l'axe instantané de rotation puissent coïncider avec l'axe de figure. Dès que l'axe du couple vient, par l'accession d'un couple accélérateur étranger, à abandonner cette direction (que, dans notre hypothèse, il avait à l'origine du mouvement), les deux autres axes, *qui sont sous sa dépendance absolue* (1), s'en séparent à l'instant. Et comme ils ne peuvent jamais cesser de se trouver, tous les trois ensemble, dans un seul et même plan, savoir celui de l'ellipse méridienne variable, de l'*ellipsoïde central,* où se trouve actuellement l'axe du couple résultant, ils s'y disposent *en éventail.* D'ailleurs, si l'ellipsoïde central du corps est, comme je le supposerai pour fixer les idées, *aplati* dans le sens de cet axe, l'axe du couple se trouvera toujours placé *entre* les deux autres.

» Je suppose aussi, dans la présente Note, que le point fixe O de l'axe de révolution est situé *au-dessous* du centre de gravité, la rotation initiale étant imprimée autour de cet axe OC, qui ne reçoit, lui, aucun mouvement initial.

» A l'instant où l'axe reçoit sa liberté, comme il n'est sollicité par aucune autre force que celle de la pesanteur, il commence par se pencher vers l'horizontale, *dans le plan vertical* VOC où il se trouve, tandis que le couple G, né de la rotation du corps autour de OC, et celui $Pa\sin\theta\,dt$, que la gravité fait naître en cet instant, se composent entre eux, pour donner lieu au couple résultant G′, dont l'axe n'est autre que la génératrice OG′,

(1) Voir la *Théorie nouvelle de la rotation des corps*, IIe Partie, § 9, et la *Théorie des cônes circulaires roulants*, § 2.

infiniment voisine de OC, du cône circulaire droit VOC, dont l'angle θ marque la demi-ouverture autour de la verticale OV ([1]). L'axe du couple s'est donc séparé de l'axe de figure; par conséquent aussi, l'axe instantané autour duquel la rotation va continuer. Les trois axes sont, à cet instant (qui suit d'infiniment près celui du départ), dans le plan tangent, suivant OC, au cône droit VOC.

» Je montre alors, par des considérations intuitives, comment les trois axes s'écartent d'abord progressivement l'un de l'autre, tandis que le plan qui les contient, et où ils s'étalent *de plus en plus* en éventail, coupe le cercle VC, base du cône droit VOC, suivant une *trace* TT', qui, tangente au cercle en C, à l'origine du mouvement, y devient successivement sécante, puis diamètre. A ce dernier instant, le plan des axes est vertical, et ils y occupent les positions respectives ci-après : l'axe instantané OI_1 est le plus rapproché de la verticale; l'axe de figure OC_1 est à sa distance zénithale ou à son élongation maximum $\theta + e$; l'axe du couple résultant OG_1 est intermédiaire aux deux autres.

» Durant cette première demi-phase du mouvement, analogue à la première demi-oscillation d'un pendule ordinaire, l'axe instantané *précède* toujours l'axe de figure (par rapport au sens de la précession), et, par suite (comme il est aisé de s'en rendre compte d'après leurs inclinaisons respectives sur la verticale), celui-ci se trouve *entraîné* en bas et en avant, avec des énergies relatives incessamment variables, liées à la position de la trace sécante TT' par rapport au centre du cercle et à l'écartement des deux axes entre eux.

» Dans la demi-phase suivante, les situations respectives sont symétriquement inverses, ainsi que les effets : l'axe instantané, pour parler un langage faisant image, *se range*, de plus en plus directement, en arrière de l'axe de figure, et le raccourcissement continu du bras de levier de la rotation concourt à le faire arriver *en même temps que lui* sur la surface du cône droit, où l'axe du couple se retrouve à coïncider avec eux, suivant l'arête OC_2. Tous les trois, d'ailleurs, atteignent cette deuxième *station* (en quelque sorte solsticiale) commune, *sans vitesse acquise*, ni horizontale, ni verticale; de même qu'un pendule atteint aussi son niveau primitif, à la fin de sa deuxième demi-oscillation.

([1]) P est le poids du corps; a la distance du centre de gravité au point fixe O. (C) est le moment d'inertie autour de OC; n est la vitesse angulaire de rotation; e sera l'angle maximum de nutation de l'axe OC.

» A ce moment donc, tout se retrouve dans l'état initial. L'éventail des axes, après s'être ouvert progressivement, s'est refermé de même, et une deuxième phase, identique à la première, recommence à son tour, et ainsi de suite, indéfiniment.

» En résumé, si l'on considère la phase complète, les choses se passent comme si un certain cône $OC\gamma\gamma_1\gamma_2$ de sommet O, que découpent dans le corps les axes instantanés successifs, et dont une particularité caractéristique est d'avoir l'axe de figure OC pour l'une de ses arêtes, avait roulé, sans glisser, sur la surface d'un autre cône fixe, transcendant, $OVCI_1I_2$, lieu des positions successives de l'axe instantané dans l'espace absolu. L'axe de figure se trouve, en fin de compte, avoir décrit dans l'espace une tubulure, ou *boucle*, accolée extérieurement au cône droit VOC, et évidemment normale à la surface de ce cône en ses deux extrémités (¹).

» Obligé de me restreindre, je n'ajouterai qu'une seule remarque : c'est que, si l'on veut se contenter d'une approximation, on peut substituer au mouvement réel de l'axe de figure celui qu'on obtiendrait en faisant rouler, sur le cône droit VOC lui-même (ou, mieux encore, sur un cône circulaire, de même axe et très voisin), un autre cône droit circulaire dont l'axe ferait avec la verticale un angle $\left(\theta + \frac{e}{2}\right)$, et par conséquent qui aurait pour demi-ouverture la moitié de l'élongation, ou nutation, maximum e, que l'axe OC prend dans son mouvement vrai; cet axe *moyen* décrivant par suite, autour de la verticale, un cône circulaire droit, sans nutation, avec une précession *moyenne* uniforme. C'est le mouvement étudié par Poinsot, et que Bour appelle le *mouvement permanent* (p. 216, *loc. cit.*). On fait continuellement des substitutions de ce genre en Astronomie. Dans ce mouvement permanent, ou moyen, la vitesse uniforme de la précession a pour valeur, *dans une* PREMIÈRE *approximation* (²), $\frac{Pa}{(C)n}$; elle est, comme l'on

(¹) La trace-sécante est sans cesse perpendiculaire à la *ligne des nœuds,* intersection de l'équateur de la toupie avec le plan du cercle VC. On en conclut que la ligne des nœuds est, dans chacune de ses positions successives, parallèle à la tangente correspondante menée, dans le plan VC, à la projection de la courbe décrite par le centre de gravité ou par un même point de l'axe de figure; ce qui s'accorde avec un résultat obtenu et énoncé par Poisson dans le Chapitre VI de son *Traité de Mécanique*, t. II, 2ᵉ édition.

(²) Cette expression simple $\frac{Pa}{(C)n}$ n'est la valeur *exacte* de la précession uniforme que dans le cas où l'ellipsoïde central du corps est une sphère. En effet, l'équation de

voit, indépendante de l'inclinaison θ de l'axe, et d'autant moins éloignée de la vérité, que la vitesse de rotation n est plus considérable, etc., etc. Je renvoie, pour plus de détails, à l'*Étude* précitée, dont la présente *Note* ne reproduit que le point de départ et fait connaître l'esprit général. »

HYDRAULIQUE. — *Expériences sur un nouveau paradoxe apparent d'Hydraulique*. Note de M. **A. de Caligny**.

« J'ai présenté à l'Académie, le 18 décembre 1882, un appareil à élever de l'eau pour les irrigations, que j'ai construit chez moi, à Flottemanville, près de Valognes [Manche (1)].

» Des conditions exceptionnelles ne permettant pas, dans cette localité, de chercher à obtenir le maximum de rendement, j'en ai profité pour faire quelques études intéressantes dont j'ai déjà parlé succinctement en modifiant l'appareil de diverses manières.

» On a remarqué un *paradoxe apparent* d'Hydraulique qu'il est utile de signaler, afin de bien fixer les idées sur les effets des vannes cylindriques, et en général des soupapes annulaires à double siège, ou même des grands tubes mobiles, toujours ouverts aussi à leurs deux extrémités; en un mot, des systèmes ayant pour but de faire fonctionner facilement des orifices de dimensions très considérables, sans que les sections transversales soient jamais bouchées.

» Il semblait au premier aperçu que plus, à chaque période, on ferait descendre de l'eau au bief d'aval, plus on en élèverait au sommet d'un même tube d'ascension. Or il n'en a pas été ainsi. En augmentant la quantité d'eau descendue, on a fini par diminuer la quantité d'eau élevée, quoique les niveaux des biefs fussent sensiblement constants, sauf une très petite variation alternative.

» Pour s'en rendre compte, il faut remarquer que la veine liquide, en sortant à l'extrémité inférieure du tuyau d'ascension, soutient par sa per-

---

condition d'un tel mouvement est (voir Bour, *loc. cit.*, p. 210)

$$(C - A)\psi^2 \cos\theta + (C)n\psi - Pa = 0,$$

qui devient, lorsque $C = A$,

$$(C)n\psi - Pa = 0, \qquad \text{d'où} \qquad \psi = \frac{Pa}{(C)n}.$$

(1) Je renvoie, pour abréger, à la Note insérée dans le *Compte rendu* de cette séance, p. 1257.

cussion une colonne liquide d'autant plus élevée que la vitesse de sortie, partant de zéro, devient de plus en plus considérable.

» Dans la circonstance dont il s'agit, une colonne liquide d'environ 2^m de haut a fini par être soutenue ainsi, en vertu de la flexion de la veine annulaire de sortie. Il faut même tenir compte de ce que, la partie supérieure de la colonne liquide soutenue étant conique, les vitesses qui y ont été engendrées, au moment où le tuyau de conduite et celui d'ascension ont été réunis par une soupape annulaire ou tube mobile, ont encore été plus grandes que si cette colonne avait été cylindrique.

» Or la longueur du tuyau de conduite ne pouvant avoir, dans cette localité, que 18^m, il ne contenait pas une colonne liquide très longue par rapport à celle qui était à peu près en repos quand la percussion définitive a eu lieu. Il y a donc eu une cause de déchet, qui aurait été moindre si le rapport de la colonne en repos à la colonne en mouvement avait été beaucoup plus petit.

» On voit d'après cela que, si en général on évite les secousses sensibles, au moment de la rencontre de la colonne liquide en mouvement avec celle qui est à peu près en repos, parce que *les sections transversales ne sont jamais bouchées*, il faut que la colonne qui reçoit la percussion soit relativement assez faible, pour qu'on jouisse convenablement des avantages résultant de ce procédé.

» Il y a encore une autre considération essentielle. Le tuyau de conduite dans l'appareil dont il s'agit n'a que $0^m,20$ de diamètre intérieur. Or le tube mobile ou la soupape annulaire ne parcourt, d'après cela, qu'un chemin assez petit, relativement à la chute motrice, pour réunir le tuyau de conduite au tuyau d'ascension.

» Le cas aurait été différent pour le même rapport entre la longueur des deux colonnes, si les diamètres avaient été beaucoup plus grands, parce que, le chemin parcouru par le tube ou la soupape annulaire étant beaucoup plus considérable, la percussion aurait été bien moins brusque. Aussi des appareils de ce système ayant de très grands diamètres, quoique avec des tuyaux très peu résistants, n'ont éprouvé aucune avarie.

» Quand ces appareils sont transformés en *compresseurs* ou machines à comprimer de l'air, le cas est très différent. L'air diminue la hauteur de la colonne liquide, au-dessus de la veine annulaire de sortie, d'autant plus que sa densité devient plus grande. Je reviendrai sur ce sujet à l'occasion d'expériences que je fais en ce moment, sur un *compresseur* de ce système, qui fonctionne avec beaucoup de régularité. Dans ces conditions, le para-

doxe apparent d'Hydraulique dont il s'agit ne se présentera probablement pas, du moins pour une bonne disposition de l'appareil et pour une tension de l'air assez forte.

» Les tubes mobiles, que j'avais proposés depuis bien des années, n'ont été adoptés que dans ces derniers temps pour le service des canaux, abstraction faite de l'épargne de l'eau. On en voit des applications sur le canal Saint-Denis.

» Ils ne doivent pas être confondus, quant à leur principe, avec les vannes cylindriques employées dans des turbines qui, elles-mêmes, bouchent alternativement les sections transversales, sans que cela ait d'inconvénient : on n'est pas obligé de les faire fonctionner très vite.

» Mais, quoique les sections transversales ne soient jamais bouchées, et que, par conséquent, il n'y ait aucun danger à s'en servir, en général, dans le service des canaux, il n'en faut pas moins se rendre compte d'un effet quelconque de percussion. Or, dans des circonstances exceptionnelles, on peut l'exagérer, comme je l'ai expliqué ci-dessus, du moins pour des tubes d'un assez petit diamètre et d'assez grandes chutes motrices, de manière à rencontrer des résultats singuliers, d'une sorte de *paradoxe apparent* d'Hydraulique, objet de cette Note. Il en résulte qu'il y a des circonstances où il faut modérer le débit, pour être dans de meilleures conditions de rendement et même de solidité de l'appareil. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Dernières objections aux formules de M.* de Bussy *sur le roulis*. Note de M. A. Ledieu.

« I. Rappelons brièvement que MM. de Bénazé et Risbec ont donné, dans le *Mémorial du Génie maritime* de 1874, trois relations fondamentales (¹) pour traiter la question du roulis. La première de ces relations représente, en fonction du temps t, la loi d'extinction des oscillations instantanées η d'un navire soumis à une première oscillation maxima η_0. La seconde sert à déterminer une quantité auxiliaire ε en fonction de t et de η. Enfin, la troisième fournit les inclinaisons θ du navire en fonction de t, η et ε.

» Les équations ainsi constituées à l'aide d'expériences diverses par calme ont servi à M. de Bussy pour essayer de résoudre le problème du roulis d'un bâtiment par mer agitée, en s'appuyant sur le *principe* qu'on

(¹) Voir *Comptes rendus* du 15 mars dernier, p. 581.

peut, en cette conjecture, substituer, dans les équations, aux angles avec la verticale les angles avec la normale à la houle.

» Dans son essai, le savant ingénieur prend pour caractéristiques du mouvement la vitesse de rotation Ω_1 et l'inclinaison θ_1 à un certain moment t_1. Il déduit ensuite desdites relations fondamentales deux formules lui permettant de trouver, d'une manière graphique, d'abord l'oscillation instantanée η_1 et la quantité auxiliaire ε_1 correspondant à Ω_1 et θ_1, puis la valeur de t_1 par rapport à l'origine du temps comptée du moment de l'oscillation instantanée maxima η_0, qui donnerait au navire la vitesse supposée Ω_1 pour l'inclinaison θ_1; et enfin il calcule η_0. Dès lors, on est à même de prévoir l'inclinaison θ à une époque quelconque t.

» II. M. de Bussy, pour arriver à ses formules, a regardé, dans ses différentiations, comme *constante* sans erreur *notable* la quantité auxiliaire ε. J'ai combattu cette licence dans une Communication du 15 mars dernier; et j'ai établi que la première des formules en litige, celle qui est marquée (6) dans la Note du 4 janvier, était alors inadmissible.

» Ce point m'est concédé par M. de Bussy dans son article discussif du 21 juin, puisqu'il reconnaît, *avec moi*, qu'il faut, pour l'exactitude indispensable de sa première différentiation $\left(\varepsilon = -\frac{\eta'}{\eta}\right)$, remplacer la deuxième relation fondamentale de MM. de Bénazé et Risbec, $\eta = \eta_0 e^{-\varepsilon t}$, par l'équation

$$\eta = \eta_0 e^{-\int \varepsilon\, dt},$$

qui, par une heureuse coïncidence, cadre mieux avec les expériences de ces ingénieurs.

» Pour sa seconde formule, celle marquée (7) dans la Note du 4 janvier, mon habile contradicteur démontre que la dérivée $\frac{d\varepsilon}{dt}$ est là numériquement négligeable vis-à-vis du terme $k^2 + \varepsilon^2$, auquel elle se trouve ajoutée.

» A mon tour, je lui concède ce second point; et je reconnais que, moyennant ces deux concessions réciproques, les formules discutées demeurent valables et conservent leur simplicité relative. Mais encore était-il nécessaire, sous le rapport de la rigueur et de la clarté, de remettre ainsi les choses en bon ordre.

» III. Tout ceci bien élucidé, je reviens à la conclusion de ma Communication du 15 mars, que le *problème en vue*, tel qu'il est abordé, *est d'une portée pratique secondaire*.

» Je regrette que l'éminent constructeur, dont la science technique

m'inspire la plus haute estime, s'attarde à combattre énergiquement cette conclusion. Je demande à l'Académie la permission d'insister sur ce point du débat, et d'achever de l'élucider par de nouvelles considérations.

» Les relations fondamentales (§ I), qui servent de point de départ aux formules de M. de Bussy, impliquent d'abord l'hypothèse *restrictive* de la constance de la distance du métacentre au centre de carène dans *le cours de chaque oscillation*. Or, cela est en dehors de la supposition légitime que cette distance se présente dans les mêmes conditions aux oscillations *successives*, supposition d'ordre minime, dont je ne m'occupe pas, et que mon contradicteur me prête indûment, en l'invoquant ensuite comme favorable à l'appréciation du degré de sécurité du navire déduite de son procédé.

» D'autre part, les relations qui nous occupent ne tiennent pas compte de l'influence que le mouvement des machines *horizontales* est susceptible d'avoir sur les oscillations du navire. Cependant aux allures modérées que le mauvais temps oblige d'imprimer à l'appareil moteur, la durée de chaque tour de celui-ci peut atteindre deux à trois secondes, c'est-à-dire des périodes absolument comparables, contrairement à l'avis de M. de Bussy, à celles des roulis de certains bateaux.

» Quant à l'assertion gratuite de mon contradicteur que « le roulis réel » d'un navire est moindre que celui qu'on calcule en prenant pour la » pente effective de la lame celle de la surface externe de la houle », elle répond probablement à une remarque que je reproduis ci-après, sur la nécessité qu'impose la théorie actuelle du roulis de considérer la largeur et la profondeur du navire comme infiniment petites par rapport à la longueur de la houle. Mais j'avoue qu'elle m'échappe; et j'en accueillerais avec reconnaissance une explication et une démonstration, qui m'inclinent à reconnaître qu'il en résulte vraiment un *a fortiori* au point de vue de la sécurité du navire conclue des formules en litige.

» IV. En serrant de plus près la question et en se plaçant sur un terrain plus large, on arrive à des objections autrement sérieuses et topiques que les précédentes.

» Et d'abord approfondissons davantage les relations fondamentales de MM. de Bénazé et Risbec.

» A la vérité, on tient compte, dans la troisième relation, de la résistance de la carène au roulis, à l'aide de la quantité auxiliaire ε et de l'amplitude η, de l'oscillation instantanée correspondant à l'époque t. De son côté, l'amplitude η relève de la première équation, qui constitue la courbe d'extinction des oscillations. Mais le mode d'introduction de ε et de η dans ladite troisième relation, laquelle fournit, en définitive, les inclinaisons cher-

chées θ, est entièrement empirique. Il en est de même des deux premières équations elles-mêmes. De plus, le tout n'a été déduit ou vérifié qu'au moyen d'expériences sur trois ou quatre bâtiments. Les trois relations en vue ne sauraient donc être regardées comme fournissant des lois générales.

» Nous avons montré, dans des Communications antérieures ([1]) sur la résistance des carènes et la comparaison des navires au point de vue propulsif, que bien des lois du même genre que les précédentes, acceptées pendant longtemps avec une grande généralité, avaient été rejetées à la longue, et qu'elles devaient rester propres et bornées à chaque forme et grandeur de bâtiment.

» Ce n'est pas tout : la question traitée par M. de Bussy s'appuie sur le *principe* que *tout navire en travers à la houle tend à rouler par rapport à la normale à celle-ci comme il roule en eau calme par rapport à la verticale*. Or ce principe est, de son chef, soumis à nombre de restrictions; car il suppose que la houle est unie et prend le navire en travers, que la largeur de celui-ci est infiniment petite par rapport à la longueur de la houle, etc.

» Ajoutons aux nombreuses rectrictions précédentes l'hypothèse expresse que les caractéristiques du mouvement, c'est-à-dire la vitesse d'oscillation Ω_1 et l'inclinaison θ_1 du navire, au même instant t_1 par rapport à la normale à la houle, sont *ad libitum;* et nous conclurons que le problème en question est bien purement spéculatif, et tout au plus destiné à fournir aux ingénieurs des indications lointaines.

» C'est dans un ordre d'idées analogue que, en Angleterre, Froude et Rankine, et, en France, MM. Bertin et de Bénazé, se sont livrés à de longues études sur la question du roulis, les uns dans les *Transactions of the Institution of Naval Architects* de 1861 à 1864, les autres dans le *Mémorial du Génie maritime* et dans des brochures isolées de 1869 à 1874. Aussi doit-on considérer le sujet comme épuisé.

» En fait, la pratique dominante, dans les grands chantiers de construction, consiste aujourd'hui à se procurer des renseignements circonstanciés sur le *comport* dans des mers déterminées, et pour tous temps, de navires aussi identiques que possible avec le bâtiment en projet. On voit alors, d'après les défauts ou les qualités de roulis reconnues aux navires comparatifs et à l'aide de leur développée métacentrique et de leur courbe de stabilité, dans quel sens il convient de diriger le dessin des formes et la répartition des poids du nouveau bâtiment. Bien que ces deux courbes

([1]) *Comptes rendus,* premier semestre 1885, p. 420 et 837.

rentrent l'une dans l'autre, il est bon néanmoins de les employer simultanément, à cause de leurs indications respectives au coup d'œil.

» Les courbes en question jouent donc un rôle considérable trop longtemps méconnu; aussi les trace-t-on actuellement par points rapprochés et jusqu'à de très grandes inclinaisons.

» Le labeur, jadis excessif, de ces tracés est maintenant singulièrement allégé par l'usage récent des courbes pantocarènes de M. V. Daymard. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'horizon réel qui doit être assigné à la flore fossile d'Aix en Provence;* par M. G. DE SAPORTA.

I. — INDICES STRATIGRAPHIQUES.

« C'est au moment de publier un complément final, qui porte à plus de 400 le nombre des espèces décrites de la flore d'Aix, que j'ai eu connaissance de deux Mémoires de M. F. Fontannes : l'un, daté de 1884, contenant une « Description de la faune malacologique du groupe d'Aix », l'autre, plus récent d'une année, ayant pour objet des « Études comparatives sur le groupe d'Aix, considéré dans le Dauphiné, la Provence et le Bas-Languedoc ».

» En ce qui concerne les environs d'Aix, M. Fontannes s'est contenté de reprendre les coupes relevées antérieurement par les géologues de la région ou par ceux mêmes qui résident constamment sur les points dont il a contrôlé l'ordonnance stratigraphique. Mais il m'est impossible, en rendant justice à la bonne foi du géologue, de ne pas réclamer contre ses conclusions relatives à l'âge présumé de la flore des gypses. Celle-ci se trouve effectivement rajeunie sans motif, tandis que, par une conséquence singulière de la manière de voir adoptée par l'auteur, la flore très riche et assurément tongrienne de Célas (Gard) est présentée comme plus ancienne que celle d'Aix qui l'a pourtant précédée dans le temps, sans contestation possible.

» En abordant la formation d'Aix, je me restreins au seul étage d'où proviennent les plantes fossiles de ce gisement. — Aucun étage n'est plus aisé à circonscrire dans des limites exactes; il offre encore cet avantage de pouvoir être exploré sur deux points très distincts : d'une part, au nord de la ville d'Aix, où il est à la fois riche en plantes et en gypses, et, de l'autre, sur le revers septentrional de la Trévarèse, à Saint-Canadet et à Sainte-Réparade, où les mêmes lits, disposés dans un ordre identique,

sont à peu près dénués de plantes comme de gypses. Sur ces deux points, c'est-à-dire d'un bout à l'autre de l'ancien lac tertiaire, la partie ancienne du groupe d'Aix se trouve encadrée entre une masse détritique qui lui sert de base et une assise marno-sableuse, d'une épaisseur variable de 6^m à 10^m, qui la termine supérieurement et au contact de laquelle se trouvent intercalés des lits à Cyrènes qui inaugurent un nouvel ordre de phénomènes, et opèrent la transition vers la zone tongrienne et aquitanienne, dont les bancs couronnent le haut de la formation prise dans son ensemble.

» Les gypses d'Aix sont inférieurs à cette assise marno-sableuse, avec laquelle pourtant leur sommet est mis en contact au moyen des lits à empreintes de *Lebias cephalotes* et sur le prolongement de ceux-ci par les lits à Cyrènes. Il existe, ne l'oublions pas, trois couches de gypses, dont la plus inférieure est inexploitée, et les schistes ou plaques fissiles qui séparent ces couches, ou qui supportent la plus inférieure des trois, renferment également des empreintes végétales, ainsi que les gypses eux-mêmes. Mais la présence des gypses, circonstance dont M. Fontannes n'a pas tenu un compte suffisant, n'est pour rien dans la cause, quelle qu'elle soit, à laquelle sont dues les plantes fossiles, et celles-ci, que les gypses se montrent ou disparaissent, à l'ouest comme à l'est des plâtrières, particulièrement dans les quartiers de Saint-Donnat, des Pinchinats et jusque auprès de Saint-Hippolyte, peuplent indifféremment, avec des variations locales selon les lits et les points explorés, l'étendue entière de l'étage, à partir du voisinage de la base détritique jusqu'aux approches des lits à Cyrènes et de l'assise marno-sableuse qui surmonte ceux-ci.

» Tout considéré cependant, les lits les plus riches en végétaux sont ceux sur lesquels repose immédiatement la couche de gypses la plus inférieure ou ceux qui s'appuient sur elle. Cette affluence relative diminue assez sensiblement au-dessus comme au-dessous de cette zone, et souvent aussi les plaques où abondent les empreintes se trouvent entremêlées sans raison apparente à d'autres qui sont entièrement stériles en débris végétaux. Vers l'est, où l'effacement du gypse amène la réunion et la continuité des assises fossilifères, partout où leur affleurement permet de les atteindre, on les retrouve plus ou moins riches en plantes. L'habitude d'identifier la flore fossile d'Aix avec les gypses de cette localité tient à cette circonstance que les premières empreintes signalées furent extraites, soit du gypse même, soit des schistes qui les accompagnent, par les ouvriers chargés de l'exploitation des carrières. Mais dans le cours de mes recherches, qui remontent à plus de trente ans, c'est en explorant les lits inférieurs aux

gypses exploités que j'ai recueilli l'immense majorité des empreintes décrites, en observant toujours, il est vrai, une remarquable unité de caractères dans les diverses parties de la flore, qui, d'un bout à l'autre de la série, ne cesse de présenter les mêmes espèces caractéristiques, à l'exclusion de celles du tongrien. Celles-ci ne commencent à paraître que dans les dépôts immédiatement postérieurs à l'horizon des lits à Cyrènes. Contrairement à ce que semble supposer M. Fontannes, les empreintes végétales se montrent à la montée d'Avignon, presque au contact de la marne brune, ligniteuse par place, immédiatement au-dessus de la base détritique, avec poudingues et argiles rouges entremêlés, qui supporte le système tout entier (lettre *b* de la coupe, *fig.* 29, p. 119 du Mémoire de M. Fontannes). Quarante espèces, que rien ne sépare de celles des niveaux plus élevés, ont été extraites d'une marne consolidée à pâte fine, située sur ce point qui est justement celui auquel, selon M. Fontannes, il conviendrait d'assigner la place d'un gisement de *Palæotherium*, analogue à celui de la Debruge, si l'on devait jamais le rencontrer à Aix (p. 121 et 122 du même Mémoire).

» L'examen des poudingues de la montée d'Avignon démontre que les éléments qui entrent dans leur composition ont dû venir de l'est, après avoir été arrachés aux contreforts secondaires, dépendant du massif de Sainte-Victoire. La roche du lias moyen, dite du marbre noir, y est associée aux calcaires de l'oxfordien supérieur qui constituent les éléments plus petits. Le courant qui a charrié ces fragments ne s'affaiblissait pas du sud au nord, comme l'a conjecturé M. Fontannes (p. 126 du Mémoire précité), en affirmant que dans les territoires de Saint-Canadet et du Puy-Sainte-Réparade la base détritique était moins caillouteuse. Pour constater l'inverse, il n'aurait eu qu'à s'avancer vers l'est de quelques kilomètres, en atteignant Fonscolombe et les confins de Meyrargues ; il aurait alors rencontré des grès grossiers, puis d'énormes poudingues et finalement des brèches puissantes intercalés dans les argiles ferrugineuses, en bancs massifs et souvent discontinus. Il aurait ainsi acquis la preuve que là, comme à Aix, le courant propulseur venait de l'est, plus rigoureusement du sud-est, et par conséquent de Sainte-Victoire.

» A Saint-Canadet, je l'ai déjà dit, les assises, qui comprennent auprès d'Aix des gypses et des empreintes végétales, n'en présentent plus que de faibles indices ; elles n'en occupent pas moins la même situation relative, au point de vue stratigraphique. Non seulement elles ont fourni des fossiles, mais elles aboutissent supérieurement aux mêmes lits à Cyrènes,

recouverts par la même assise marno-sableuse. Dès lors, la pensée de réduire au seul gypse exploité et à la partie de ce gypse contiguë aux lits à Cyrènes la série entière des lits si variés et si nombreux d'où provient la flore d'Aix devient inacceptable. Cette idée repose effectivement sur un procédé d'argumentation au moyen duquel tout étage, quelque bien limité et caractérisé qu'il fût, pourrait être éliminé de la série dont il ferait partie et ramené *par absorption* à la hauteur du niveau subséquent. Il suffirait pour cela d'invoquer le bénéfice d'une liaison qui fait rarement défaut entre deux étages englobés dans une seule et même formation. Je me réserve de faire voir que les indices paléontologiques ne sont pas moins contraires que ceux tirés de la stratigraphie à l'opinion émise par M. Fontannes. »

MÉMOIRES LUS.

M. **Ch. Brame** donne lecture d'un Mémoire portant pour titre : « Sur les ombres colorées obtenues avec le concours simultané de la lumière artificielle et de la lumière du jour affaiblie ».

(Renvoi au concours du prix Ponti.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉTÉOROLOGIE. — *Orage du 12 mai 1886. La foudre en spirale.* Note et photographies de M. **Ch. Moussette.**

(Commissaires : MM. Fizeau, Becquerel, Cornu.)

« Depuis plusieurs années on a obtenu, en France et à l'étranger, des photographies d'éclairs. En examinant attentivement à la loupe celle que j'ai effectuée durant l'orage du 12 mai dernier, j'y ai découvert une particularité importante qui est peut-être l'indice d'un fait général : les étincelles éclatant de nuage à terre et constituant ce que l'on appelle la foudre ont la forme de spirales irrégulières.

» Deux éclairs saisis à quelques minutes d'intervalle et fixés sur le même cliché présentent cet aspect; toutefois l'enroulement de leurs spires n'est pas de même sens : l'étincelle située à droite de l'image est *dextrorsum;* celle de gauche est *sinistrorsum* dans la branche verticale, *dextrorsum* dans la branche arquée en retour.

» L'écartement des spires est variable durant le trajet; tantôt il dépasse plusieurs diamètres; tantôt il paraît moindre qu'un diamètre. Je présume que cette irrégularité est due à la variabilité de résistance des couches aériennes traversées, suivant leur température et leur degré d'humidité.

» On peut compter le nombre des spires qui sont encore reconnaissables lorsque leur partie postérieure, dont l'éclat doit être atténué par une gaine de vapeurs nitreuses, est peu visible. En somme, l'aspect de ces éclairs rappelle celui que présentent de nuit les pièces d'artifice dont le mouvement de translation est accompagné d'un mouvement gyratoire.

» Je suis donc porté à considérer la spirale lumineuse tracée par l'éclair sur ma plaque sensible comme la trajectoire de la foudre globulaire, dont les belles expériences de M. Planté ont reproduit et démontré le mouvement gyratoire.

» Avec la présente Note je dépose une épreuve positive obtenue du cliché original et une autre obtenue par grandissement de la portion la plus lumineuse de l'éclair de droite. Celle-ci permet de se rendre compte à simple vue du mouvement en spirale de la foudre. Du reste, pour que l'on n'attribue pas cette apparence à un accident causé par l'imperfection de ma méthode et de mes instruments, je suis prêt à les soumettre au contrôle de personnes compétentes.

» C'est à mon laboratoire d'Auteuil que j'ai opéré; il était $9^h 45^m$ du soir; l'orage avait diminué d'intensité et s'éloignait dans la direction du nord-ouest; mon appareil visait le couchant. Je guetterai une occasion favorable pour recommencer. »

M. **Corneloup** adresse une réclamation de priorité à l'occasion d'un « chronographe à embrayage magnétique » présenté par M. d'Arsonval dans la séance du 7 juin dernier.

La réclamation de M. Corneloup est renvoyée à l'examen de MM. Mascart et Deprez.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage de M. l'amiral *Jurien de la Gravière* portant pour titre : « Doria et Barberousse ».

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète* (259), *faites à l'observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest*); par M. **G. Bigourdan.** Communiquées par M. Mouchez.

« Cette planète a été découverte, le 28 juin 1886, à Clinton, par M. *C.-H.-F. Peters.*

» Le jour de la découverte, à 13ʰ11ᵐ,5, temps moyen de Clinton, elle occupait la position suivante :

Ascension droite apparente...........	17ʰ28ᵐ50ˢ,0
Déclinaison apparente...............	— 23°7′0″

Dates. 1886.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Planète — ✶. Æ.	Planète — ✶. Déclinaison.	Nombre de compar.
			m s	′ ″	
Juin 30....	*a* 16841 Arg. ŒEltzen₂	9	+4.31,86	—2.56,9	12:8
Juill. 1....	*a* Id.	9	+3.47,09	—6. 0,6	15:10
2....	*b* 16826 Arg. ŒEltzen₂	9	+3.59,18	+1.30,4	12:8
3....	*b* Id.	9	+3.14,12	—1.37,5	15:10

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1886.	Étoiles de comp.	Ascension droite moy. 1886,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1886,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Juin 30....	*a*	17.22.53,60	+2,86	—23.10. 5,0	+6,7	Arg. ŒEltzen₂
Juill. 1....	*a*	17.22.53,60	+2,87	—23.10. 5,0	+6,6	Id.
2....	*b*	17.21.56,59	+2,87	—23.20.40,2	+6,5	Id.
3....	*b*	17.21.56,59	+2,88	—23.20.40,2	+6,5	Id.

Positions apparentes de la planète (259).

Dates. 1886.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Juin 30...	11.42.41	17.27.28,32	$\bar{2}$,971	—23.12.55,2	0,921
Juill. 1...	10.35.25	17.26.43,56	$\bar{2},336_n$	—23.15.59,0	0,924
2...	10.14.57	17.25.58,64	$\bar{2},706_n$	—23.19. 3,3	0,923
3...	10. 9.11	17.25.13,59	$\bar{2},723_n$	—23.22.11,2	0,924

» Remarque. — *Juin* 30. La planète est de 12ᵉ grandeur. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le développement en série du potentiel d'un corps homogène de révolution.* Note de M. O. **Callandreau**, présentée par M. Tisserand.

« On sait que Legendre et Laplace ont appliqué les deux formules relatives aux points extérieurs et intérieurs à un sphéroïde, défini habituellement par l'équation $r = a(1 + \alpha y)$, savoir

$$V_e = \frac{4\pi\rho a^3}{3r} + \rho \sum_0^\infty \left[\frac{1}{r^{n+1}} \int \left(\int_a^u r'^{n+2}\, dr' \right) P'_n\, d\omega \right],$$

$$V_i = 2\pi\rho a^2 - \frac{2\pi\rho r^2}{3} + \rho \sum_0 \left[r^n \int \left(\int_a^u \frac{dr'}{r'^{n-1}} \right) P'_n\, d\omega \right]$$

(notations de Poisson, *Connaissance des Temps*, 1829; *Additions*), à toutes les positions du point attiré, et même quand le point attiré se trouve sur la surface limitant le sphéroïde. Poisson, dans le Mémoire cité, a fait remarquer qu'une telle extension n'était pas évidente *a priori*, et il s'est proposé de la justifier. Dans son cours de la Sorbonne, M. Tisserand a appelé l'attention sur ce point, d'une importance manifeste pour la théorie de la figure de la Terre et des planètes.

» Je me suis proposé de vérifier les deux formules ci-dessus au moyen de la belle méthode appliquée par Dirichlet aux formules de l'attraction des ellipsoïdes (*Journal de Crelle*, t. XXXII). J'ai considéré spécialement les corps de révolution.

» Sur les trois groupes de conditions caractéristiques pour le potentiel, il n'y a par le fait à examiner que le premier groupe concernant la continuité des expressions proposées V_e, V_i et de leurs premières dérivées; les autres conditions se trouvent remplies d'elles-mêmes.

» La continuité des séries V_e, V_i et de leurs dérivées successives, que nous pouvons supposer prises relativement aux coordonnées polaires r et θ, ou encore r et $\mu = \cos\theta$, se démontrera, pour chacune des séries, en partant de la remarque suivante de M. Weierstrass. Soit

(1) $$u_1 + u_2 + \ldots + u_n + \ldots$$

une série dont les termes dépendent de la variable x; soit en outre

(2) $$v_1 + v_2 + \ldots + v_n + \ldots$$

une série convergente dont les termes sont des nombres positifs donnés; s'il arrive que pour chaque valeur de x, appartenant à un intervalle donné, les termes de la série (1) soient, en valeur absolue, inférieurs aux termes de même rang de la série (2), la série (1) sera, dans l'intervalle donné, absolument et uniformément convergente. On démontre ensuite que la somme de la série (1) est une fonction continue de x dans l'intervalle donné ([1]).

» Mais il s'agit de constater que la continuité n'est pas rompue à la surface, et que V_e, V_i, $\frac{\partial V_e}{\partial r}$, $\frac{\partial V_i}{\partial r}$, $\frac{\partial V_e}{\partial \theta}$, $\frac{\partial V_i}{\partial \theta}$ s'accordent pour les points de la surface du corps. Poisson a montré (*loc. cit.*, p. 370) que les deux formules pour V_e et V_i, développées suivant les puissances de α, conduisaient à des expressions identiques pour les points de la surface, et qu'il en était de même des séries dérivées $\frac{\partial V_e}{\partial r}$, $\frac{\partial V_i}{\partial r}$. L'accord, constaté par Poisson pour les premiers termes des développements, peut être établi d'une manière générale en mettant à profit un travail de Todhunter complétant le Mémoire de Poisson (*Proceedings de la Société Royale de Londres*, t. XX, 1872).

» D'une manière analogue, on établit que, pour les points de la surface (aux quantités près de l'ordre de α^2),

$$\frac{\partial^2 V_i}{\partial r^2} - \frac{\partial^2 V_e}{\partial r^2} = -4\pi\rho.$$

» Soit $U_i = V - V_i$ et $U_e = V - V_e$, V étant le potentiel, on aura dans les deux cas du point intérieur et du point extérieur la même équation

$$\sin\theta \frac{\partial}{\partial r}\left(r^2 \frac{\partial U}{\partial r}\right) + \frac{\partial}{\partial \theta}\left(\frac{\partial U}{\partial \theta}\sin\theta\right) = 0;$$

d'où

$$\frac{\partial U}{\partial \theta}\sin\theta = -\int_0^\theta \sin\theta \frac{\partial}{\partial r}\left(r^2 \frac{\partial U}{\partial r}\right) d\theta.$$

» D'après le résultat indiqué tout à l'heure et ce qu'on sait du potentiel, $\frac{\partial^2 U}{\partial r^2}$ n'a plus de discontinuité quand on traverse la surface; $\frac{\partial U}{\partial \theta}$ ne peut donc en avoir, et $\frac{\partial V_i}{\partial \theta}$, $\frac{\partial V_e}{\partial \theta}$ sont égales pour les points de la surface.

---

(1) *Voir* l'Ouvrage de M. Tannery: *Introduction à la théorie des fonctions d'une variable*, p. 135 et suiv.

» En général, les expressions des dérivées $\frac{\partial V_e}{\partial \theta}$, $\frac{\partial V_i}{\partial \theta}$ s'accordent comme égales aux dérivées des développements identiques V_e, V_i, desquelles on doit retrancher deux expressions semblable $\frac{\partial V_e}{\partial r}\frac{dr}{d\theta}$, $\frac{\partial V_i}{\partial r}\frac{dr}{d\theta}$.

» Il y a à faire une remarque importante sur la manière dont on a établi l'accord des valeurs de certaines séries pour les points de la surface du corps : on a tacitement supposé qu'il était indifférent de changer l'ordre des termes dans les séries ordonnées suivant les puissances α et les polynômes de Legendre; on a supposé, en d'autres termes, qu'on avait affaire à des séries absolument convergentes.

» On peut conclure que :

» 1° Les formules pour le potentiel seront valables du moment que les séries V_e, V_i, ... seront absolument convergentes et qu'on pourra établir (d'après la remarque de M. Weierstrass) la continuité des séries.

» 2° L'étude de la convergence des séries, la recherche d'une valeur limite du paramètre définissant la figure du corps, qui est censé se déformer à partir de la sphère, dépendent du calcul, pour n très grand, des intégrales telles que

$$\int_{-1}^{+1} [f(x, \alpha)]^{n+3} X_n dx, \quad \int_{-1}^{+1} [f(x, \alpha)]^{-n+2} X_n dx.$$

» Avec la permission de l'Académie, je développerai les remarques précédentes sur quelques exemples. »

NAVIGATION. — *Sur les navires à rames de l'antiquité.* Mémoire de M. **Corazzini**, présenté par M. Jurien de la Gravière.

« L'auteur, après avoir indiqué la difficulté extrême du problème de la reconstruction des *naves longæ,* problème auquel ont travaillé depuis des siècles les érudits et les hommes du métier, expose les systèmes proposés de 1820 jusqu'à nos jours, en mettant de côté les reconstructions imaginées par les érudits antérieurs, qui n'avaient pas, suivant lui, une connaissance suffisante de l'architecture navale, et celles des hommes du métier dépourvus de l'érudition nécessaire.

» Il explique ensuite les textes les plus exacts et les plus clairs des anciens écrivains, leur donnant souvent une nouvelle interprétation avec le

secours de la philologie et de la critique. A l'appui de ces textes et des représentations des navires qu'on voit sur les bas-reliefs, sur les monnaies et sur les fresques de Pompéi, il s'efforce d'établir, avec certitude, la superposition des rangs de rames. Dès lors, il ne lui restait plus qu'à chercher une nouvelle reconstruction de la polyrème : c'est ce qu'il a fait.

» Il nous démontre comment le module de Vitruve nous conduit à rétablir les proportions des navires de guerre des Romains.

» On avait déjà eu recours au module de Vitruve, mais on l'interprétait de telle façon que nous n'aurions jamais pu en tirer une règle sûre et constante pour en déduire les proportions de la polyrème. Les archéologues pensaient que l'*interscalmum* de Vitruve ne pouvait indiquer que la distance de centre à centre des sabords d'avirons. Cette distance était trop petite pour que les rameurs pussent s'y mouvoir à l'aise : on l'allongeait d'un pied. D'après quelle autorité? on ne le disait pas.

» Vitruve parle du navire de guerre et du navire de commerce; il faut donc que son module puisse s'adapter à toute espèce de navires, qu'il soit basé sur un membre essentiel et permanent de l'architecture navale. Les sabords d'avirons ne répondent pas à cette condition : on les peut approcher ou éloigner à volonté; il y a plus encore, les navires marchands n'avaient pas de sabords d'avirons.

» L'*interscalmo*, dans la langue nautique traditionnelle de l'Italie, n'est pas seulement la distance entre deux tolets : c'est aussi l'espace entre deux *scalmi*.

» Cette interprétation a permis à l'auteur du Mémoire présenté à l'Académie de déterminer la longueur de l'*encope*, l'étendue des *parchiresie* (quartiers de poupe et de proue) égale au tiers de l'encope, la longueur totale entre les deux perpendiculaires, égale à l'encope plus les *parchiresie*.

» La hauteur de l'œuvre morte résulte de l'espace occupé par les divers rangs de rameurs.

» Dans le Mémoire de M. Corazzini trouvent place bien d'autres questions de haute importance : la progression arithmétique des rameurs dans chaque rang de polyrèmes; le nombre total de rameurs dans les différentes espèces de *naves longæ* (de la trirème à la décère), et enfin l'explication de ce qu'étaient les rames *perinei* (rames de rechange).

» Les hommes du métier pourront accepter ou contester les solutions de M. Corazzini, mais il faut convenir qu'il nous donne des proportions acceptables : une longueur de rames ($12^{m},40$ pour la décère) inférieure à celle des avirons dont on faisait usage dans les galères du moyen âge (15^{m}).

» On objectera sans doute les difficultés d'une complication aussi grande que l'était l'installation de la *palamante* dans les navires à rangs de rames superposés : l'auteur nous répond que cette difficulté était reconnue par les anciens eux-mêmes, et que cela ne détruit pas le fait.

» Il est évident que la reconstruction des polyrèmes romaines, telle qu'elle a été conçue par M. Corazzini, concorde avec les témoignages des anciens écrivains et des monuments. L'auteur fait remarquer qu'il ne s'est pas permis de faire un ouvrage de fantaisie; s'il rencontre quelque résistance, ce sera plutôt du côté des marins que du côté des archéologues. »

L'Académie décide que le Mémoire de M. Corazzini sera transmis à l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres.

OPTIQUE. — *Sur la réfraction de l'acide carbonique et du cyanogène.* Note de MM. **J. Chappuis** et **Ch. Rivière**, présentée par M. Mascart.

« *Acide carbonique.* — Les résultats de nos recherches sur la réfraction de l'acide carbonique à 21° et jusqu'à 19^{atm} sont résumés dans la formule suivante, où n désigne l'indice pour la raie D, et p la pression en mètres de mercure,

$$n - 1 = 0,000540p(1 + 0,0076p + 0,0000050p^3).$$

» La fonction $\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2}$, qui intervient dans la théorie de M. Lorentz, peut être représentée, dans les mêmes limites, par la formule

$$\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} = 0,000360p(1 + 0,0075p + 0,0000049p^3).$$

» Comme indice à 0° et sous la pression $0,76$, nous trouvons

$$1,000448,$$

valeur notablement plus faible que celle de M. Mascart (1,000454) et se rapprochant de celle de Dulong (1,000449); il est à remarquer, d'ailleurs, que, pour tous les gaz, sauf précisément pour l'acide carbonique et pour le protoxyde d'azote, M. Mascart avait trouvé des indices inférieurs à ceux de Dulong.

» Pour comparer la réfraction à la compressibilité, nous avons calculé, à l'aide de la formule de M. Clausius et avec les coefficients adoptés par

M. Sarrau (¹), les poids spécifiques correspondant à un certain nombre de pressions comprises dans les limites de nos expériences, puis nous les avons reliés par une formule de même forme que les précédentes, ce qui nous a donné

$$d = Ap(1 + 0{,}0074p + 0{,}0000055p^3).$$

Ces nouveaux coefficients sont presque identiques aux premiers; ainsi, pour l'acide carbonique comme pour l'air, les lois

$$\frac{n-1}{d} = \text{const.} \qquad \text{et} \qquad \frac{n^2-1}{(n^2+2)d} = \text{const.}$$

représentent également bien le phénomène à 21° jusqu'à 19^{atm}.

» *Cyanogène*. — Nous avons étudié la réfraction du cyanogène à diverses températures entre les pressions de 1^m et 2^m ou 3^m de mercure. Chaque série d'expériences, relative à une température déterminée, a été résumée dans une formule de la forme

$$n - 1 = ap(1 + bp).$$

» Nous donnons, dans le Tableau suivant, les valeurs des coefficients a et b avec le nombre des expériences qui ont servi à les calculer :

Température.	a.	b.	Nombre des expériences.
0°	0,001049	0,0459	16
7	0,001036	0,0370	4
9,5	0,001022	0,0377	6
14	0,001007	0,0364	8
17	0,000991	0,0360	12
25	0,000971	0,0312	6
35	0,000946	0,0263	7

» La première série donne, pour indice à 0° et sous la pression 0,76,

$$1{,}000825.$$

» N'ayant pas trouvé, dans les expériences de Regnault, les éléments suffisants d'une comparaison entre la réfraction et la compressibilité, nous nous proposons de faire nous-mêmes l'étude de cette dernière propriété.

» Il n'est peut-être pas inutile de remarquer, en terminant, que le

(¹) Sarrau, *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 718.

cyanogène employé s'est conservé plusieurs mois dans notre appareil sans donner trace de dépôts; ce cyanogène renfermait une proportion d'azote inférieure à 1 pour 100 et dont il a été tenu compte dans le calcul des nombres qui précèdent; c'est un degré de pureté qu'il est assez difficile d'atteindre dans la préparation de ce gaz ([1]). »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la conductibilité électrique des mélanges de sels neutres.* Note de M. E. BOUTY, présentée par M. Lippmann.

« On ne sait que fort peu de chose sur la conductibilité des mélanges de sels neutres. Aucune règle générale n'a encore permis de la déduire exactement de la conductibilité, supposée connue, des dissolutions salines simples.

» Il y avait lieu d'examiner si la difficulté du problème tenait à la nature même de la conductibilité électrolytique; ou si elle n'était pas plutôt liée à la variabilité des équilibres chimiques possibles au sein des dissolutions. Après bien des tâtonnements, c'est à cette dernière hypothèse que je me suis arrêté. Je me suis rencontré dans cette voie avec M. Foussereau, que des recherches, poursuivies dans un but différent, amenaient sur le même terrain.

» Est-il permis d'assimiler un mélange salin à un conducteur métallique hétérogène, c'est-à-dire de calculer la résistance spécifique R du mélange par la formule

$$(1) \qquad \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \ldots,$$

exprimant que les conductibilités s'ajoutent? Si cette assimilation est légitime, en principe, à quelles restrictions est-elle pratiquement soumise?

» La formule (1), qui, pour les diverses parties d'une même dissolution simple, n'exprime qu'une identité, n'est déjà plus applicable quand on fait varier la dilution : elle conduirait à admettre que la conductibilité moléculaire est constante, et l'on sait que pour tous les sels cette conductibilité croît à mesure qu'on augmente la quantité d'eau. Je n'ai donc comparé

([1]) Ce travail a été exécuté au laboratoire de Physique de l'École Normale.

entre elles que des dissolutions contenant sous le même volume de 1[lit] le même nombre total de molécules salines, ce qui exclut déjà les dissolutions trop concentrées. Je me suis ensuite adressé à des sels de même acide ou de même base, sans action chimique connue, et j'ai trouvé qu'effectivement la conductibilité du mélange ne diffère pas sensiblement de la somme des conductibilités individuelles de ses éléments.

» Dans les Tableaux qui suivent, *m* désigne le nombre total d'équivalents en grammes par litre de la dissolution; R_0 le rapport de la résistance spécifique à zéro du sel ou du mélange de sels, à la résistance spécifique du chlorure de potassium de même concentration atomique (¹).

Nature du sel dissous ($m = 0,1$).	R_0 observé.	R_0 calculé.	Différence.
PbO, AzO^5	1,462	admis	»
KO, AzO^5	1,133	admis	»
$\frac{1}{2}$(PbO, AzO^5 + KO, AzO^5)	1,269	1,276	+ 0,007
$\frac{1}{4}$(3PbO, AzO^5 + KO, AzO^5)	1,367	1,363	— 0,004
$\frac{1}{3}$(PbO, AzO^5 + 2KO, AzO^5)	1,229	1,225	— 0,004
$\frac{1}{5}$(PbO, AzO^5 + 4KO, AzO^5)	1,193	1,187	— 0,006

» Les mélanges de divers sels de potasse, le mélange de sulfate de cuivre et de sulfate de zinc se comportent de la même manière.

» Si l'on adopte d'une manière générale le mode de calcul que nous avons suivi et que l'on s'adresse à des sels susceptibles de réagir entre eux, la mesure de la conductibilité préviendra de l'altération subie.

» 1. Le sulfate de zinc et le sulfate de potasse donnent naissance au sel

$$KO, SO^3 + ZnO, SO^3 + 6HO,$$

susceptible de cristalliser, mais qui n'existe pas en dissolution très étendue. Quand une molécule de sel double remplacera dans une liqueur deux molécules de sel simple, la résistance se trouvera augmentée. Les Tableaux suivants montrent que la quantité de sel double est toujours très faible, mais qu'il en existe encore quelques traces dans des liquides fort étendus ($m = 0,1$).

(¹) Voir *Comptes rendus*, t. CII, p. 1372.

m.	R_0 observé.	R_0 calculé.	Différence.
	$\frac{1}{2}(KO, SO^3 + ZnO, SO^3)$		
1	2,197	2,046	— 0,151
0,5	1,958	1,855	— 0,103
0,9	1,741	1,698	— 0,043
0,1	1,601	1,573	— 0,028
0,05	1,473	1,483	+ 0,010
0,02	1,363	1,367	+ 0,004
0,01	1,305	1,299	— 0,006
	$\frac{1}{3}(KO, SO^3 + 2ZnO, SO^3)$		
1	2,642	2,461	— 0,182
0,5	2,356	2,177	— 0,179
0,2	1,989	1,963	— 0,026
0,1	1,819	1,781	— 0,038
0,05	1,678	1,657	— 0,021
0,02	1,510	1,490	— 0,020
0,01	1,399	1,397	— 0,002
0,005	1,309	1,311	+ 0,002
0,002	1,219	1,214	— 0,005

» 2. Un cas de statique chimique plus intéressant est celui du mélange de deux sels d'acide et de base différents. On sait que les quatre sels formés par l'union de chaque acide et de chaque base coexistent dans la liqueur; mais, dans bien des cas, le thermomètre n'indique rien et ce n'est qu'exceptionnellement qu'on sait calculer la proportion dans laquelle se fait le partage. L'électromètre permettra souvent de combler cette lacune.

» Je citerai comme exemple le mélange à équivalents égaux de sulfate de zinc et de nitrate de potasse.

» Pour $m = 0,5$ et pour les quatre sels possibles, l'expérience directe donne les valeurs suivantes de R_0 :

Sel.	R.
ZnO, SO^3	3,335
ZnO, AzO^5	1,579
KO, SO^3	1,285
KO, AzO^5	1,190

d'où l'on déduit pour les mélanges à équivalents égaux des deux groupes de sels d'acide différent :

Sel.	R_0.
$\frac{1}{2}$(ZnO, SO^3 + KO, AzO^5).........	1,754
$\frac{1}{2}$(ZnO, AzO^5 + KO, SO^3).........	1,416

» L'expérience faite directement sur ces deux mélanges a donné les nombres 1,643 et 1,648, intermédiaires aux précédents et à peu près identiques entre eux. Les quatre sels consistent donc dans les mélanges binaires, et cela dans une proportion indépendante de la manière dont les acides et les bases étaient primitivement associés.

» Soit x la proportion du groupe ZnO, AzO^5 + KO, SO^3; x est déterminé par la formule

$$(2) \qquad \frac{x}{1,416} + \frac{1-x}{1,754} = \frac{1}{1,6445},$$

d'où $x = 0,276$. Les mêmes expériences réalisées pour une dilution plus grande ($m = 0,1$) ont donné une valeur à peu près égale,

$$x = 0,263.$$

» Un excès de sulfate de potasse ou de nitrate de zinc ne modifie pas sensiblement la valeur de x (¹). »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la décomposition du perchlorure de fer par l'eau.* Note de M. G. **Foussereau**, présentée par M. Lippmann.

« Je me suis servi précédemment (²) de la mesure de la résistance électrique pour reconnaître la nature et la proportion des matières étrangères contenues dans l'eau et l'alcool et les conditions où ces liquides s'approchent le plus de l'état de pureté. La même méthode est applicable à l'étude des altérations progressives des liquides, et en particulier des dissolutions salines sous l'influence du dissolvant.

» J'ai entrepris cette étude pour le perchlorure de fer. La décomposi-

---

(¹) A mesure que la dilution augmente, tous les coefficients de l'équation (2) se rapprochent de l'unité, et les déterminations de x finiraient par devenir illusoires.

(²) *Comptes rendus*, 26 mai 1884 et 20 juillet 1885.

tion de ce sel par l'eau a été signalée par les expériences de MM. Debray, Tichborne, Berthelot, G. Wiedemann, etc. Deux réactions bien différentes peuvent se produire. D'une part, l'acide et la base se séparent, en donnant naissance, par un phénomène réversible, à des produits hydratés solubles, dont la formation se manifeste par une coloration rougeâtre de la liqueur. D'autre part, une partie de l'oxyde ou de l'oxychlorure séparé peut subir une modification moléculaire et se précipiter en oxyde insoluble. Ce dernier effet non réversible peut être évité quand on opère, comme je l'ai fait, sur des liqueurs très étendues. Les concentrations des dissolutions que j'ai étudiées varient entre $\frac{1}{580}$ et $\frac{1}{33000}$ en poids.

» La marche des expériences consistait à mesurer la résistance de chaque dissolution aussitôt après sa préparation. On partageait ensuite le liquide en plusieurs portions, dont une était laissée à la température ordinaire, tandis que d'autres étaient maintenues en vases clos, soit à 100°, soit à des températures intermédiaires. On prélevait sur ces dernières des échantillons qu'on refroidissait rapidement et dont on mesurait la résistance à la température ordinaire. On réduisait ensuite par le calcul toutes ces mesures à une même température. J'ai obtenu ainsi les résultats suivants :

» 1° A la température 100°, le sel subit une altération très rapide. Sa résistance va en diminuant, comme on pouvait le prévoir, puisque la décomposition du sel produit, outre l'oxyde soluble, de l'acide chlorhydrique, plus conducteur que les chlorures à équivalents égaux. La résistance atteint bientôt une limite qui demeure ensuite invariable si l'on prolonge l'échauffement. Cette résistance limite est $\frac{1}{2,74}$ de la résistance primitive pour le liquide de concentration $\frac{1}{580}$.

» 2° Quand le liquide chauffé à 100° est ramené et maintenu longtemps à la température ordinaire, il subit une transformation inverse et revient lentement vers son état primitif; la résistance croît et tend vers une certaine valeur limite.

» 3° Le sel primitif maintenu à la température ordinaire éprouve une diminution de résistance. Cette altération est bien plus lente et moins complète qu'à 100°. Le sel non chauffé devenant plus conducteur et le sel refroidi devenant plus isolant tendent vers une limite commune dont ils se rapprochent indéfiniment en sens contraires. Leur résistance recommence à diminuer quand on les porte de nouveau à 100°.

» 4° En ajoutant des poids connus du liquide modifié par son maintien

à 100° à des poids connus du liquide primitif avant son altération, on obtient des mélanges dans lesquels on connaît les coefficients d'altération K, ou quantités de liquide modifié contenues dans l'unité de poids du mélange total. La détermination des résistances de ces mélanges, aussitôt après leur préparation, permet d'établir une relation entre la conductibilité C et le coefficient d'altération K. S'il y avait proportionnalité entre l'altération et la variation de conductibilité, cette relation serait

$$K = \frac{C - C_0}{C_1 - C_0} = \alpha,$$

C_0 et C_1 représentant les conductibilités du liquide primitif et du liquide entièrement modifié. Cette relation, très voisine de la réalité, n'est pas vérifiée rigoureusement. La valeur de K peut être représentée par des expressions de la forme

$$K = \alpha[1 + A(1 - \alpha)],$$

dans lesquelles le coefficient A est déterminé par l'expérience. Ce coefficient, toujours petit, devient négligeable aux dilutions extrêmes.

» On trouve ainsi que l'état d'équilibre vers lequel tendent les dissolutions aux températures voisines de 15° correspond à une modification d'autant plus avancée que la concentration est plus faible. Aux concentrations $\frac{1}{1469}$ et $\frac{1}{33260}$ correspondent sensiblement les limites 0,72 et 0,98.

» 5° L'altération du liquide primitif à la température ordinaire est d'autant plus rapide que la concentration est plus faible. A la dilution $\frac{1}{33260}$, l'altération atteint déjà 0,25 après 14 minutes. A la dilution $\frac{1}{1469}$ il faut environ 16 jours pour obtenir ce résultat. Au contraire, le retour du liquide modifié vers l'état primitif s'accélère quand la concentration croît.

» 6° Les modifications dans les deux sens s'accélèrent à mesure qu'on maintient le liquide à des températures plus élevées. La limite d'altération croît, et se confond sensiblement avec l'unité, à partir d'une température d'autant moins élevée que le liquide est plus dilué.

» 7° L'acide chlorhydrique étant un des produits de la réaction, on doit s'attendre à voir l'addition de cet acide modifier les conditions de l'équilibre. J'ai reconnu, en effet, que le mélange de cet acide avec une dissolution amenée à l'état d'équilibre prend des résistances croissantes avec le temps. Il y a donc rétrogradation vers l'état primitif et production lente d'un nouvel équilibre.

» J'espère communiquer bientôt à l'Académie les résultats de recherches en cours d'exécution sur divers autres chlorures métalliques ([1]). »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Dynamomètre de transmission avec système de mesure optique*. Note de M. **P. Curie**, présentée par M. Lippmann.

« Cet appareil se compose d'un arbre horizontal supporté par deux coussinets. Deux poulies assujetties aux extrémités de l'arbre servent à transmettre le mouvement du moteur à la réceptrice. Pour connaître le travail transmis, on mesure, pendant le mouvement, la torsion de l'arbre entre les deux poulies.

» L'arbre est constitué par un tube métallique plus ou moins épais dont le canal intérieur a 8^{mm} de diamètre. Les extrémités du tube sont fermées par deux lames de quartz minces, taillées parallèlement à l'axe optique et donnant chacune une différence de marche d'une demi-onde entre les rayons ordinaires et extraordinaires.

» Un rayon de lumière monochromatique polarisée traverse l'arbre suivant son axe, et les deux lames de quartz font tourner le plan de polarisation d'une quantité invariable, même pendant la rotation de l'arbre, pourvu que celui-ci ne se torde pas; mais si une torsion d'un certain angle se produit, le plan de polarisation du rayon émergent tournera d'un angle double. La connaissance de cet angle a fera connaître le moment de la force de torsion, si l'on a, par une expérience préliminaire, mesuré avec des poids le couple de torsion c nécessaire pour produire une rotation de 1°.

» Le travail transmis par seconde sera $T = 2\pi n c \alpha$, en désignant par n le nombre de tours par seconde.

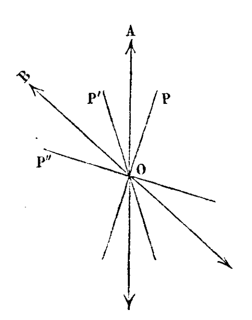
» On peut facilement se rendre compte du rôle des lames d'une demi-onde. Supposons le faisceau lumineux normal au plan de la figure, et soit OP la trace du plan de polarisation primitif; après la première lame d'une demi-onde, dont l'axe est dirigé suivant OA, le plan de polarisation de la lumière est en OP′, symétrique de OP par rapport à OA; après la deuxième lame d'une demi-onde, dont l'axe est dirigé suivant OB, le plan de polarisation de la lumière est en OP″, symétrique de OP′ par rapport à OB. Le

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de Recherches physiques de la Sorbonne.

plan de polarisation primitif semble donc avoir tourné d'un angle

$$POP'' = 2\,AOB.$$

Lorsque l'angle AOB des axes optiques des deux lames reste constant, la déviation reste elle-même constante, quelle que soit la direction du plan



de polarisation primitif. Mais si, à la suite d'une torsion de l'arbre, l'angle que forment entre eux les axes optiques des deux lames augmente de α, la rotation du plan de polarisation augmentera de 2α. Pour mesurer cet angle 2α, on peut se servir de tous les procédés perfectionnés en usage dans les saccharimètres; le dispositif de M. Laurent, qui a servi dans ces premiers essais, permet de mesurer de petits angles à $3'$ près, même pendant la rotation; l'arbre en cuivre, de 50^{cm} de longueur, pouvait supporter des torsions supérieures à $10°$, sans qu'il y eût de déformations permanentes et sans que la proportionnalité de la torsion à la grandeur du couple fût altérée. L'exactitude des mesures est donc de beaucoup supérieure à celle dont on a généralement besoin dans ce genre d'expérience.

» La sensibilité de l'appareil, pour une même puissance transmise, croît avec le diamètre de ses poulies; aussi un même instrument peut-il servir à déterminer des puissances très différentes, s'il est muni de poulies de différents diamètres.

» L'appareil peut également servir comme frein d'absorption : il suffit d'employer le travail transmis à produire un frottement dont on fait varier à volonté la grandeur (1). »

---

(1) Ces premiers essais ont été faits à l'École de Physique et de Chimie industrielles.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *La température des eaux profondes du lac Léman.* Note de M. **F.-A. Forel.**

« Je me suis posé, en 1879 déjà (*Arch. de Genève*, II, p. 501), un problème important :

» L'eau du Léman, par 200^m et 300^m de fond, a une chaleur fort supérieure à celle du maximum de densité de l'eau douce. Comment une masse d'eau aussi profonde, dans un climat aussi peu torride, où l'hiver descend souvent au-dessous de 0° et amène au fond du lac de grands volumes d'eau entre 0° et 4°, comment le Léman conserve-t-il une température aussi élevée? Quelle est la cause qui fait pénétrer la chaleur à une aussi grande profondeur?

» Et d'abord voyons les faits. En 1779, Saussure avait trouvé dans les couches profondes du Léman une chaleur de 5°,4 C.; en 1819, La Bèche, 6°,4; en 1835, Becquerel et Breschet, 6°,5; Forel, de 1870 à 1879, entre 5°,0 et 5°,9. Ces mesures, faites par des observateurs, des méthodes et des appareils différents, étaient peu comparables entre elles. Dès mai 1879, en possession du *deep-sea thermometer* de Negretti et Zambra, cet excellent instrument qui a transformé l'étude de la chaleur des eaux profondes, j'ai fait un grand nombre de sondages thermométriques comparables. J'ai trouvé la température profonde du Léman à :

1879..............	5°,2	**1884**..............	5°,4
1880..............	4,6	**1885**..............	5,6
1881..............	4,8	**1886**..............	5,3
1883..............	5,0		

» J'ai donc vu, dans ces sept années, le Léman rester constamment au-dessus de 4°, et sa température profonde varier de 4°,6 à 5°,6. Il y a eu deux périodes de refroidissement dans les hivers froids de 1879-80 et de 1885-86, et une période de réchauffement de 1880 à 1885; dans cette dernière, le réchauffement a atteint une valeur de 0°,1 à 0°,2 par an.

» La variation en refroidissement pendant un hiver froid s'explique facilement par les courants de convection thermique. La variation en réchauffement ne s'explique pas immédiatement, en tant qu'elle pénètre jusqu'au plus profond du lac.

» Les actions de réchauffement sont les suivantes :

» *a*. Le contact avec l'air chaud : action purement superficielle.

» *b*. La chaleur rayonnante du soleil : l'eau est très peu diathermane et cette action pénètre peu profondément.

» *c*. La transformation en chaleur du mouvement mécanique des vagues est de valeur insignifiante, et localisée à la surface.

» *d*. Les eaux des affluents, chargées d'alluvion, ont une densité supérieure à celle de l'eau pure du lac; elles descendent donc dans une couche plus froide que leur chaleur propre et réchauffent cette couche. Cette action est assez puissante; j'ai calculé qu'elle serait capable de réchauffer de $0^{\circ},1$ par an toute la masse du Léman. Mais elle est presque uniquement limitée aux couches supérieures; dans l'été, en effet, quand le Rhône du Valais a sa grande activité, ses eaux s'étalent dans le lac entre 30^{m} et 60^{m} au-dessous de la surface.

» *e*. L'alluvion amenée par les affluents, en se déposant sur le fond, traverse les couches profondes du lac, qu'elle réchauffe en se refroidissant. Cette action est de valeur insignifiante.

» *f*. La chaleur centrale de la Terre se dégage sur le fond du lac et en réchauffe les eaux. Mais, d'après les évaluations les plus récentes, elle ne saurait élever de plus de $0^{\circ},002$ par an une couche d'eau de 200^{m} d'épaisseur.

» *g*. Enfin la chaleur dégagée par la respiration animale et les oxydations organiques est de valeur négligeable.

» Toutes les actions de réchauffement direct étant ainsi écartées, parce qu'elles sont ou trop superficielles ou d'intensité trop faible, il ne nous reste plus qu'à faire intervenir des actions de mélange, transportant dans le fond les eaux réchauffées à la surface.

» Le vent détermine dans le lac des courants horizontaux, marchant dans le sens du vent à la surface, en sens contraire dans la profondeur, et reliés par des courants verticaux, descendants contre la côte sous le vent, ascendants contre la côte sur le vent. Ces courants sont souvent fort puissants : nombre d'observations me l'ont prouvé. Ils occasionnent donc une circulation générale des eaux dans le plan vertical, circulation qui peut mélanger les couches des diverses profondeurs du lac. L'abaissement notable de la chaleur des eaux supérieures après un coup de vent m'avait amené à cette conclusion; une observation importante vient de m'en démontrer la justesse.

» Au commencement du printemps, le 16 mars 1886, j'avais mesuré la

température du Léman et constaté qu'elle s'était uniformisée pendant l'hiver, étant descendue à 5°,3 dans toute l'épaisseur du lac, et même à 5°,2 dans sa couche très profonde. Le printemps a été fort venteux; les 9 et 10 avril, il a soufflé de fortes bises; les bises des 2 et 6 mai ont été les plus fortes que nous ayons vues sur le lac depuis des années. Immédiatement après, le 10 mai, j'ai opéré un sondage thermométrique qui m'a montré la pénétration de la chaleur jusqu'à des profondeurs étonnantes pour la saison. Voici les chiffres de ces deux sondages :

Profondeur.	16 mars.	10 mai.
m 0	6°,1	8°,9
20	5,3	8,0
40	5,3	7,7
80	5,3	5,7
100	5,3	5,7
140	»	5,5
180	»	5,3
300	5,2	»

» La température superficielle, qui, à la fin d'avril, s'était élevée jusqu'à 14°, s'est notablement abaissée à la suite des grandes bises de mai; les couches supérieures de 20^m à 150^m se sont réparti cette chaleur superficielle; à 100^m l'eau a gagné 0°,4, à 140^m, 0°,2. Une pénétration aussi profonde de la stratification thermique n'a lieu ordinairement qu'à la fin de l'été; cette année, je la constate dès le milieu du printemps, et je dois attribuer cette descente extraordinaire de la chaleur au mélange des eaux par la grande bise des premiers jours de mai.

» Je conclus donc que la pénétration de la chaleur dans les couches profondes du Léman a lieu essentiellement par mélange mécanique des eaux supérieures avec les eaux profondes sous l'action des vents.

» La même explication doit être valable pour tous les lacs et pour les mers limitées par des barres, en particulier pour la Méditerranée, dont les eaux profondes oscillent autour de 13°. »

SPECTROSCOPIE. — *Spectres d'absorption des chromates alcalins et de l'acide chromique.* Note de M. **P. Sabatier**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai entrepris, depuis quelque temps déjà, une série de recherches chimiques basées sur l'observation des spectres d'absorption. On peut

ainsi, dans plusieurs cas, arriver à une connaissance précise de l'état des systèmes dissous et de leurs modifications progressives.

» Jusqu'à présent, j'ai étudié principalement l'acide chromique, les chromates alcalins, les sels de sesquioxyde de chrome. Les recherches que je poursuis encore sur ces derniers corps ont pour but de préciser les conditions de transformation des sels verts en sels violets ou intermédiaires.

» J'emploie pour ces mesures le spectrophotomètre de M. Crova. Le liquide coloré qu'on veut étudier est placé dans un cylindre vertical en verre, fermé à sa partie inférieure par une glace horizontale. Un piston cylindrique en cristal limpide, ayant le même axe que le cylindre à liquide, peut plonger dans ce dernier par un jeu de crémaillère; sa position est, à chaque instant, indiquée par un vernier mobile le long d'une échelle divisée dont le zéro correspond au contact de la base du piston avec le fond plan du cylindre. Ce dispositif permet d'intercepter entre la glace et le piston transparent une colonne liquide de hauteur déterminée.

» Le piston plongeur en cristal plein a été avantageusement remplacé par un cylindre creux mobile, semblable au cylindre extérieur, ayant même axe, mais un diamètre deux fois plus petit et obturé de même à sa partie inférieure par une glace plane. On parvient ainsi à maintenir constante l'épaisseur liquide traversée par la lumière, tout en faisant varier sa nature, par exemple le cylindre extérieur recevant une solution d'un sel coloré, tandis que le cylindre intérieur contient seulement du dissolvant.

» La lumière, dirigée par des appareils à réflexion convenablement disposés, traverse verticalement cet appareil, avant d'arriver sur le spectrophotomètre.

» Je me bornerai aujourd'hui à indiquer les résultats fournis par l'acide chromique et les chromates.

» La loi générale admise pour la transmission d'une radiation au travers d'une épaisseur e est

$$I' = I\alpha^e,$$

α étant une fraction qu'on appelle *coefficient de transmission* pour le rayon considéré.

» Pour plus de commodité, j'ai rapporté l'absorption à des solutions que je considère comme normales, et qui renferment par litre, sous n'importe quel état, $1^{éq}$, soit $50^{gr},2$ d'acide chromique CrO^3. Si la lumière traverse une épaisseur de e centimètres d'une telle dissolution, nous

aurons

$$I' = I\alpha^e.$$

» Pour des liqueurs de concentrations différentes, l'absorption changera et ne dépendra, sans doute, que de la masse du composé placé sur le trajet des rayons, à condition toutefois que l'égalisation initiale des deux lumières ait été obtenue en présence d'une même hauteur du dissolvant incolore, qui a toujours été l'eau. Si ce dernier n'introduit dans l'état du corps aucun changement chimique, nous aurons, pour l'intensité transmise,

$$I' = I\alpha^{\frac{e}{n}},$$

α étant le coefficient défini plus haut, *e* l'épaisseur traversée, exprimée en centimètres, *n* le nombre de litres occupés dans le système actuel par $1^{éq}$ d'acide chromique ($50^{gr}, 2$), soit par $1^{éq}$ de chromate neutre $KCrO^4 = 97^{gr}, 2$, soit par $0^{éq}, 5$ de bichromate $\frac{1}{2}KCr^2O^7 = 73^{gr}, 7$.

» Ainsi, pour le bichromate solide cristallisé, on aurait

$$n = \frac{0,0737}{2,7} = 0,0273.$$

» Les valeurs de α mesurées pour les diverses longueurs d'onde avec des épaisseurs variables sont sensiblement les mêmes, ce qui constitue une vérification fort étendue de la *loi de l'épaisseur*.

» Voici les principaux résultats :

» *Acide chromique.* — Valeurs moyennes des coefficients de transmission :

λ.	α.
548	0,02
555	0,137
562	0,34
569	0,623
577	0,815
585	0,905
593	0,945

» Le rouge passe à peu près inaltéré : la dilution est sans influence.

» *Bichromates de potasse ou d'ammoniaque.* — Valeurs moyennes :

λ.	Sel dissous.	Sel solide.
545	0,005	0,005
548	0,03	0,024

λ.	Sel dissous.	Sel solide.
555	0,15	0,143
562	0,352	0,36
569	0,63	0,631
577	0,82	»
585	0,894	»
593	0,955	»

» Au delà de $\lambda = 545$, les coefficients deviennent presque nuls : j'ai trouvé avec des liqueurs très étendues que, pour la longueur d'onde 518, le coefficient est voisin de 0,000013.

» Les résultats ne varient pas par la dilution; ils sont les mêmes pour l'état solide que pour les dissolutions.

» D'ailleurs, les valeurs trouvées diffèrent très peu de celles relatives à l'acide chromique; donc *l'absorption exercée par le bichromate de potasse dissous ou solide est sensiblement identique à celle que produit l'acide chromique qu'il contient* (¹).

» *Chromate neutre de potasse.* — L'absorption n'atteint pas les rayons verts :

λ.	$1^{éq} = 1^{lit}$.	$2^{éq} = 1^{lit}$.
494	»	0,025
499	0,06	0,108
503	0,18	0,207
506	0,325	0,43
508	0,44	0,51
511	0,61	0,62
513	0,69	0,69
518	0,85	0,84
524	0,92	0,93

» L'absorption exercée par les solutions étendues est un peu plus grande, ce qui accuse une très faible dissociation par la dilution, en potasse et bichromate, qui exerce sur les radiations considérées une extinction intense.

» Cette dissociation est, d'ailleurs, fort peu avancée, car une très faible dose d'acide chromique ajoutée au chromate neutre suffit pour modifier notablement son spectre d'absorption. J'ai utilisé cette sensibilité pour caractériser les équilibres que les chromates alcalins fournissent avec les acides. L'Académie me permettra d'en faire l'objet d'une prochaine Communication. »

(¹) Les nombres sont les mêmes pour les bichromates de potasse et d'ammoniaque.

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de transformation du sélénium vitreux en sélénium métallique*. Note de M. **Ch. Fabre**, présentée par M. Berthelot.

» I. — 1. On sait que le sélénium existe sous plusieurs modifications isomériques; les principales sont : 1° la modification *vitreuse*, caractérisée par sa densité 4,26, sa couleur noirâtre par réflexion, rouge par transparence, sa cassure analogue à celle du verre; 2° la modification *métallique*, d'un gris bleuâtre, de densité 4,77 et d'aspect semblable à celui d'un métal cristallin. Le sélénium vitreux se transforme facilement en sélénium métallique : il suffit pour cela de le chauffer vers 96°-97°. Cette transformation est accompagnée d'un dégagement de chaleur considérable, suffisant, d'après Regnault ([1]), pour élever la température de ce corps d'*au moins* 200°.

» 2. J'ai tenté de mesurer directement, à l'aide du calorimètre de M. Berthelot, la quantité de chaleur dégagée dans cette transformation. Il s'agit d'étudier une réaction provoquée à une température supérieure à celle du calorimètre par l'introduction d'une quantité de chaleur déterminée; c'est « un des problèmes les plus difficiles à résoudre dans la pratique calorimétrique ». Guidé par les méthodes générales de M. Berthelot (mesures relatives à l'acide hypoazotique, à l'oxyammoniaque, etc.) et par ses conseils, j'ai employé, comme source de chaleur, un mélange d'acide sulfurique et d'eau, exécuté dans un tube entouré d'une petite enceinte d'air et renfermant lui-même un tube central plus petit qui contenait le sélénium. Le système des vases concentriques plonge sous l'eau du calorimètre, à l'exception d'une faible portion du tube renfermant le sélénium. A la fin, on brise le tout, de façon à mélanger avec l'eau du calorimètre. L'acide et l'eau développaient une température de 120° environ.

» 3. J'ai d'abord fait une série d'expériences *à blanc* avec le même acide, de façon à évaluer la quantité de chaleur introduite dans le calorimètre.

» 4. Ces expériences ont été répétées en introduisant dans le petit tube : 1° du sélénium vitreux; 2° du sélénium précipité de l'acide sélénieux.

» 1° *Sélénium vitreux*. — Trois expériences faites sur des poids de sélé-

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLIV.

nium variant de 1^{gr},966 à 2^{gr},203 ont donné un dégagement de chaleur qui correspondait, par équivalent de sélénium (Se = 39,4), à

$2^{Cal},61$ $2^{Cal},86$ $2^{Cal},91$ Moyenne : $+2^{Cal},79$

» 2° *Sélénium précipité de l'acide sélénieux.* — J'ai répété ces mêmes expériences en employant le sélénium précipité d'une dissolution d'acide sélénieux ; des poids de $1^{gr},65$ et $2^{gr},711$ ont donné par équivalent

$2^{Cal},79$ $2^{Cal},56$ Moyenne : $+2^{Cal},67$

» Ce nombre diffère peu de celui que l'on obtient dans la transformation du sélénium vitreux.

» Dans chacune de ces expériences, je me suis assuré que la transformation était complète; je l'ai vérifié en prenant la densité du sélénium transformé.

» II. — 1. Ces résultats peuvent être vérifiés par une autre méthode. Le brome, en présence d'un grand excès d'eau de brome, dissout le sélénium, quelle que soit la modification sous laquelle il se présente : on obtient toujours le même état final, mais les dégagements de chaleur observés diffèrent suivant la variété de sélénium employé.

» 2. *Sélénium métallique.* — Trois expériences faites en dissolvant dans le brome et l'eau de brome, placés dans la fiole calorimétrique, des poids de sélénium variant de $3^{gr},363$ à $4^{gr},6465$ de sélénium métallique, ont donné par équivalent

$21^{Cal},58$ $21^{Cal},62$ $21^{Cal},05$ Moyenne : $+21^{Cal},46$

» 3. *Sélénium précipité des séléniures alcalins* (par l'action de l'air). — Ce sélénium présente la même densité que le sélénium métallique; il ne change pas lorsqu'on le chauffe jusque vers 200°. Il diffère donc du sélénium précipité de l'acide sélénieux, de même que le soufre précipité de l'acide sulfureux diffère du soufre des polysulfures, d'après M. Berthelot. J'ai dissous, à l'aide du brome et de l'eau bromée, $4^{gr},4175$ et $4^{gr},664$ de ce corps; j'ai obtenu par équivalent :

$21^{Cal},60$ $21^{Cal},70$ Moyenne : $+21^{Cal},65$

» 4. *Séléniums vitreux.* — J'ai opéré sur des poids de sélénium variant de $1^{gr},626$ à $3^{gr},605$; le dégagement de chaleur correspond par équivalent à

$24^{Cal},00$ $24^{Cal},78$ $24^{Cal},26$ Moyenne : $+24^{Cal},34$

» La différence entre ce dernier nombre et celui que donne le sélénium métallique, soit $24^{Cal},34 - 21^{Cal},46 = + 2^{Cal},88$, représente la quantité de chaleur dégagée dans le changement d'état du sélénium. Ce nombre ne diffère pas sensiblement de celui qui est fourni par la première méthode. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'acide vanadique sur les sels haloïdes alcalins.* Note de M. A. **Ditte**, présentée par M. Debray.

« J'ai montré, dans une précédente Note, que le fait saillant de l'action des hydracides sur l'acide vanadique est une réduction qui donne naissance à des dérivés de l'oxyde hypovanadique VO^4; les sels alcalins de ces acides se comportent, eux aussi, comme des réducteurs et donnent encore des produits se rattachant à l'oxyde VO^4.

» I. *Iodure de potassium.* — 1° Si l'on mélange deux dissolutions chaudes, l'une d'acide vanadique rouge, l'autre d'iodure de potassium, le tout se prend en une masse qui se liquéfie quand on l'agite; il se produit une liqueur rouge chargée d'iode avec un précipité vert, cristallin et chatoyant; ce dernier, bien débarrassé d'iodure alcalin par des lavages à l'eau froide, puis séché dans le vide, présente la composition d'un hypovanadate de potasse $2VO^4, KO, HO$.

» La liqueur, chargée d'iode et contenant un excès d'iodure de potassium, ne change pas d'aspect quand on la fait bouillir; après forte concentration, elle donne par refroidissement des petits cristaux jaune clair d'un vanadate de potasse $VO^5, 2KO$; l'iodure de potassium est donc oxydé en même temps que l'acide vanadique est réduit, et la réaction peut être représentée par la formule

$$5VO^5 + 4KI = 2[2VO^4, KO] + VO^5 2KO + 4I.$$

» Si, au lieu d'opérer en présence de l'eau, on fond ensemble, dans un creuset de porcelaine couvert pour éviter l'accès de l'oxygène de l'air, un mélange d'acide vanadique avec un excès d'iodure de potassium, on observe un dégagement abondant d'iode; la masse refroidie est noire et brillante; traitée par l'eau tiède, elle donne une liqueur jaune rouge et dépose une matière vert foncé, cristallisée, qui, débarrassée par des lavages de toute trace d'iodure alcalin, fournit à l'analyse des nombres qui conduisent à lui assigner la formule d'un hypovanadate de potasse anhydre $2VO^4, KO$; quant

à la liqueur rouge, elle dépose, quand on la concentre, des cristaux de vanadate de potasse $VO^5KO, 6HO$. La réaction de l'iodure de potassium au rouge sur l'acide vanadique est donc toute semblable à celle qui s'accomplit en présence de l'eau. On a

$$3VO^5 + 2IK = 2VO^4, KO + VO^5KO + 2I.$$

» II. *Bromure de potassium.* — 1° En versant une solution de ce bromure dans une dissolution chaude d'acide vanadique rouge, ce dernier se précipite en flocons rouges qui deviennent verdâtres quand on fait bouillir la liqueur; celle-ci filtrée passe incolore et ne renferme que des traces de vanadium. Ce précipité est de l'acide vanadique dont la couleur est due à une altération très légère et très superficielle; l'acide soluble a été précipité par le sel alcalin et ramené à la seconde variété peu soluble, mais il n'a subi aucune réduction; c'est qu'en effet le bromure de potassium est bien plus stable que l'iodure, la formation de ce dernier, dissous, ne dégageant à partir des éléments que 80^{Cal}, tandis que la formation des bromures de potassium dans les mêmes conditions en dégage 95.

» 2° Il n'en est plus de même à température élevée; on observe un dégagement de vapeurs de brome quand on fond un mélange de bromure de potassium et d'acide vanadique dans un creuset fermé, et la matière refroidie a diminué de poids; on en retire, en la traitant par l'eau, une solution jaune et un résidu insoluble; la liqueur jaune évaporée donne quelques cristaux de vanadate VO^5, KO; quant au résidu il renferme de l'acide vanadique inaltéré. On enlève cet acide par des lavages à l'ammoniaque, et il reste alors des paillettes brillantes, vert foncé, de l'hypovanadate

$$2VO^4, KO.$$

» A chaud la réaction du bromure de potassium sur l'acide vanadique est donc toute semblable à celle de l'iodure de potassium

$$3VO^5 + 2KBr = 2VO^4, KO + VO^5KO + 2Br;$$

mais elle est beaucoup plus lente, la chaleur de formation de $1^{éq}$ de bromure de potassium anhydre étant de 15^{Cal} supérieure à celle qui se dégage au moment de la formation de l'iodure.

» III. *Chlorure de potassium.* — Une solution rouge et chaude d'acide vanadique précipite en flocons rouges ocreux, quand on lui mélange une solution saturée de chlorure de potassium; ces flocons ne changent pas

d'aspect si l'on élève à 100° la température du liquide; ils sont constitués par de l'acide vanadique ramené à sa forme peu soluble dans l'eau, mais demeuré inattaqué; la liqueur filtrée ne renferme d'ailleurs pas de vanadium.

3° Le chlorure de potassium fondu avec de l'acide vanadique dans un creuset fermé ne l'attaque qu'avec une lenteur extrême; la majeure partie de l'acide reste inaltérée, et cependant on observe la production d'une faible quantité de l'hypovanadate $2VO^4, KO$, tandis que la masse refroidie, dissoute dans l'eau et filtrée, retient un peu de vanadate alcalin. On se rend compte du phénomène en remarquant que la chaleur de formation du chlorure est encore notablement supérieure à celle du bromure de potassium; il n'est donc pas surprenant de voir les trois sels fondus donner lieu à la même réaction, mais celle-ci, très rapide avec l'iodure, l'est bien moins avec le bromure; elle devient excessivement lente avec le chlorure de potassium.

» IV. *Cyanure de potassium.* — La chaleur de formation de ce sel est, que l'on considère les corps solides ou dissous, très inférieure à celle de l'iodure de potassium; il doit donc réduire l'acide vanadique plus aisément que ne le fait cet iodure, et c'est en effet ce que l'expérience établit.

» 1° Quand on ajoute peu à peu de l'acide soluble à une solution bouillante de cyanure de potassium pur, on le voit se dissoudre en donnant d'abord une liqueur incolore et il se dégage en même temps un mélange d'azote et d'acide carbonique; si l'on continue les additions d'acide vanadique jusqu'à ce qu'il soit en excès, c'est-à-dire que tout le cyanure soit détruit, on a par filtration une liqueur rouge qui donne, après concentration, des cristaux rouges du vanadate $VO^5, KO, 3HO$, et il reste sur le filtre une matière verdâtre renfermant de l'acide inattaqué. Cette matière bouillie avec un excès de cyanure s'y dissout en formant une solution vert foncé qui, lorsqu'on l'évapore dans le vide, dépose d'abord des cristaux de cyanure de potassium colorés en vert par l'eau mère, puis ensuite de l'hypovanadate de potasse.

» Ainsi, quand l'acide vanadique est en excès, le cyanure est totalement détruit et l'acide ramené à l'état d'acide hypovanadique qui reste mélangé à l'excès d'acide vanadique :

$$6VO^5 + KC^2Az = 5VO^4 + VO^5, KO + 2CO^2 + Az.$$

Mais, si c'est le cyanure alcalin qui domine, tout l'acide est réduit, et une

partie du cyanure demeure inaltérée :

$$5VO^5 + KC^2Az = 3VO^4 + 2VO^4, KO + C^2O^4 + Az;$$

la réduction est même plus profonde et donne toujours lieu à la formation d'une certaine quantité de l'oxyde VO^3.

» 2° Ce dernier oxyde prend seul naissance quand on fond de l'acide vanadique avec un excès de cyanure de potassium; la masse fondue reprise par l'eau froide laisse une substance cristalline, vert foncé, immédiatement attaquée à froid par l'acide azotique, et qui n'est autre que l'oxyde vanadeux VO^3; on a

$$5VO^5 + 2KC^2Az = 4CO^2 + 5VO^3 + 2KO + Az.$$

» IV. Les sels haloïdes de soude et d'ammoniaque donnent lieu à des réactions toutes semblables, mais il n'en est pas de même des fluorures, dont l'étude sera l'objet d'une nouvelle Communication. »

CHIMIE. — *Sur les fluorures des métalloïdes*. Extrait d'une Lettre de M. **Güntz** à M. Berthelot.

« M. Güntz a été conduit par des considérations thermochimiques, basées sur ses expériences précédentes, à penser que le fluorure de plomb doit être décomposé par tous les chlorures de métalloïdes. Pour vérifier cette hypothèse, il a fait agir sur le fluorure de plomb les chlorures de métalloïdes, tels que le chlorure de carbone, le sous-chlorure de soufre, le trichlorure et l'oxychlorure de phosphore; chaque fois, il a obtenu du chlorure de plomb et un composé fluoré. Dans le cas de $PhCl^3$ et $PhCl^3O^2$ les gaz obtenus possèdent les propriétés signalées par M. Moissan. Avec l'oxychlorure de phosphore, la réaction est si régulière qu'elle donne un procédé très commode pour préparer l'oxyfluorure de phosphore. M. Güntz exposera prochainement l'étude des nouveaux composés obtenus par cette méthode, laquelle paraît devoir s'étendre aux chlorures de cyanogène, de carbonyle, de sulfuryle, etc. »

CHIMIE. — *Sur l'hydrate de baryte* BaO, H^2O^2. Note de M. DE FORCRAND, présentée par M. Berthelot.

« En dissolvant de la baryte anhydre dans l'alcool méthylique et évaporant la liqueur saturée, j'ai isolé précédemment deux combinaisons cristallisées, l'une, $2C^2H^4O^2, 3BaO$, par évaporation à chaud (à 135° dans un courant d'hydrogène sec), l'autre, $C^2H^4O^2$, BaO, H^2O^2, par évaporation à froid.

» I. Il était naturel de penser que le composé $C^2H^4O^2$, BaO, H^2O^2 se transformerait en $2C^2H^4O^2, 3BaO$, si on le chauffait à 135° dans un courant d'hydrogène sec, suivant l'équation

$$3(C^2H^4O^2, BaO, H^2O^2) = 2C^2H^4O^2, 3BaO + C^2H^4O^2 + 3H^2O^2.$$

» Cependant l'expérience montre que les cristaux chauffés dans ces conditions perdent 31,85 pour 100 de leur poids, ce qui correspond à $C^2H^4O^2 + HO$ pour la formule $C^2H^4O^2$, BaO, H^2O^2 (calculé 32,41 pour 100). Le liquide, recueilli lorsque la substance ne change plus de poids, a la composition $C^2H^4O^2 + HO$; enfin, l'analyse du résidu solide a donné :

	Trouvé.		Calculé pour $BaHO^2$.
	I.	II.	
BaO.............	85,68	»	89,47
C...............	»	1,70	0,00
H...............	»	1,55	1,17

C'est de l'hydrate de baryte normal $BaHO^2$ retenant encore 3 à 4 pour 100 d'alcool méthylique.

» L'équation de la réaction est donc

$$C^2H^4O^2, BaO, H^2O^2 = BaHO^2 + (C^2H^4O^2 + HO).$$

» II. Si, au lieu de chauffer cette combinaison, on l'expose à l'action du vide, à froid, pendant quelques heures, jusqu'à poids constant, on trouve que la perte de poids est de 25,10 pour 100, ce qui correspond à $C^2H^4O^2$ pour la formule $C^2H^4O^2$, BaO, H^2O^2 (calculé 25,29 pour 100). La poudre blanche ainsi obtenue a à peu près la composition d'un hydrate de baryte BaO, H^2O^2.

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Calculé pour BaO, H^2O^2.
BaO............	79,99	»	80,95
C..............	»	0,00	0,00
H..............	»	2,16	2,12

» L'analyse correspond à $BaO, H^2O^2 + \frac{1}{10} HO$.

» L'équation de la réaction est donc

$$C^2H^4O^2, BaO, H^2O^2 = BaO, H^2O^2 + C^2H^4O^2.$$

» L'existence de cet hydrate BaO, H^2O^2 a déjà été signalée par plusieurs auteurs, en dernier lieu par M. Lescœur dans son Mémoire *Sur la tension de dissociation des hydrates de baryte* (1).

» III. Sa chaleur de formation est très faible, ce qui permet de comprendre qu'on ne peut le préparer directement. En effet, sa chaleur de dissolution est de $+ 4^{Cal},34$ à $+ 12°$; d'où l'on déduit

	Cal
BaO sol. $+ H^2O^2$ liq. $= BaO, H^2O^2$ sol.	+ 9,66
BaO sol. $+ H^2O^2$ sol. $= BaO, H^2O^2$ sol.	+ 8,23
$BaHO^2$ sol. $+ HO$ liq. $= BaO, H^2O^2$ sol.	+ 0,76
$BaHO^2$ sol. $+ HO$ sol. $= BaO, H^2O^2$ sol.	+ 0,04

» IV. Ce même hydrate BaO, H^2O^2, dissous dans un excès d'alcool méthylique, à $+10°$, a dégagé $+10^{Cal},43$, ce qui donne, pour la réaction

$$(n+1)C^2H^4O^2 \text{ liq.} + BaO \text{ sol.} + H^2O^2 \text{ liq.}$$
$$= C^2H^4O^2, BaO, H^2O^2 \text{ dissous dans } nC^2H^4O^2 \text{ liq.},$$

le nombre $+20^{Cal},09$, très voisin de $+20^{Cal},39$, obtenu précédemment par une méthode différente.

» V. Ces faits nous expliquent assez complètement la formation des quatre composés

$$C^2H^4O^2, BaO, H^2O^2; \quad 2C^2H^4O^2, 3BaO; \quad BaO, H^2O^2; \quad BaHO^2.$$

Le premier, à l'état solide, se dissocie lentement à la température ordinaire, en abandonnant de l'alcool méthylique; aussi l'action du vide suffit-elle pour le décomposer complètement suivant l'équation

$$C^2H^4O^2, BaO, H^2O^2 = BaO, H^2O^2 + C^2H^4O^2.$$

---

(1) *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 1578 (1883).

Cette décomposition est possible, bien que la chaleur de formation de $C^2H^4O^2$, BaO, H^2O^2 ($+10^{Cal},41$) soit supérieure à celle de l'hydrate BaO, H^2O^2 ($+9^{Cal},66$), parce que les vapeurs d'alcool méthylique sont entraînées par l'action de la trompe à vide et se reforment sans cesse jusqu'à décomposition complète. Le résidu est un hydrate BaO, H^2O^2; il est stable à froid, car, d'après M. Lescœur, sa tension de dissociation est nulle à la température ordinaire.

» Si, au contraire, on chauffe (à 135°), l'hydrate BaO, H^2O^2 commence à se former; mais sa tension de dissociation, qui est déjà de 45^{mm} à 100°, est assez grande à 135° pour que la moitié de l'eau qu'il contient se sépare et soit entraînée par l'hydrogène. Le résidu est donc l'hydrate $BaHO^2$ dont la tension de dissociation est nulle à 135°. Ces phénomènes sont conformes aux lois générales bien connues ; mais on doit aussi se demander pourquoi la dissolution méthylique de $C^2H^4O^2$, BaO, H^2O^2, qui laisse déposer cette combinaison à froid, se décompose à chaud en donnant

$$n C^2H^4O^2 \text{ liq.} + 3(C^2H^4O^2, BaO, H^2O^2) \text{ dissous}$$
$$= 2C^2H^4O^2, 3BaO \text{ sol.} + (n+1) C^2H^4O^2 \text{ liq.} + 3H^2O^2 \text{ liq.}$$

et non pas

$$n C^2H^4O^2 \text{ liq.} + C^2H^4O^2, BaO, H^2O^2 \text{ dissous}$$
$$= BaHO^2 \text{ sol.} + (n+1) C^2H^4O^2 \text{ liq.} + HO \text{ liq.},$$

comme il arrive pour le composé solide.

» Pour se rendre compte de cette différence, il faut se rappeler que la dissolution méthylique de baryte, saturée à froid, laisse déposer des cristaux lorsqu'on l'échauffe (la dissolution éthylique d'éthylate du baryte se comporte de même, et le phénomène est dû, dans les deux cas, à la dissociation au sein du liquide des combinaisons polyalcooliques). Aussi, lorsqu'on chauffe la dissolution, on a un corps insoluble précipité dans un excès d'alcool méthylique; les conditions de la dissociation sont alors modifiées. Ainsi la tension de vapeur de l'alcool méthylique contenu dans la combinaison devient négligeable, et celle de l'eau prend plus d'importance. Il convient aussi de tenir compte de l'action de l'eau sur l'alcool méthylique, les deux corps se combinant avec dégagement de chaleur. Ces diverses circonstances, qu'il est difficile de préciser davantage, expliquent la possibilité de ces deux réactions, qui paraissent tout d'abord contradictoires. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude des alcaloïdes.* Note de M. **Œchsner de Coninck**, présentée par M. Berthelot.

« On prépare l'iodométhylate de quinoléine synthétique C^9H^7Az, CH^3I et l'iodométhylate de pyridine C^5H^5Az, CH^3I, et l'on mélange ces deux composés purs et cristallisés, en proportions équimoléculaires. On dissout ce mélange dans l'alcool absolu chaud, et l'on ajoute un excès de potasse (lessive à 45°); la liqueur passe du rouge vif au rouge brun. On chauffe au bain-marie pendant une heure : il se forme une résine brunâtre; on décante la liqueur dans un autre ballon, on l'additionne d'un peu de potasse, puis on chauffe pendant une nouvelle heure.

» La résine est mise à égoutter; on la reprend séparément par les alcools méthylique, éthylique, amylique et par l'éther : les solutions ainsi obtenues sont toutes d'un rouge brun par réflexion, d'un beau rouge-rubis par transparence.

» Le lendemain, dans le second ballon, on trouve une masse visqueuse qu'on épuise par l'alcool absolu chaud; on filtre sur papier fin ([1]). La liqueur filtrée est rouge-grenat; elle présente les réactions suivantes :

» L'addition d'un excès d'eau, ou de quelques gouttes de HCl, ne l'altère pas; quelquefois la teinte vire au brun clair, mais elle n'est nullement avivée. L'action de l'acide acétique est la même. Les alcalis, AzH^3 notamment, font virer au rouge sale; en grand excès, ils décolorent souvent, surtout lorsqu'on opère sur la liqueur étendue d'eau.

» HCl donne un abondant précipité dans la liqueur concentrée.

» Ces réactions différencient nettement les couleurs que j'ai décrites dans ma dernière Note, et celles que je décris aujourd'hui. J'ai préparé, d'après la même méthode, les couleurs dérivées des mélanges suivants qui sont isomériques :

$$C^9H^7Az, CH^3I + C^5H^5Az, C^2H^5I \quad \text{et} \quad C^9H^7Az, C^2H^5I + C^5H^5Az, CH^3I.$$

» Ces couleurs présentent des teintes qui varient non seulement avec la

---

([1]) Quelques cristaux restent dans la fiole; ils sont constitués par une petite quantité d'iodométhylates non attaqués, et par une cyanine différente de celles obtenues jusqu'à ce jour. Le rendement, très faible, ne m'a permis d'étudier que quelques-unes des propriétés de cette cyanine.

nature du radical alcoolique combiné, mais avec la place que ce radical occupe dans la combinaison; je me suis assuré, en outre, qu'elles se comportent toutes d'une manière identique vis-à-vis des acides et des alcalis.

» J'ai appliqué la même réaction aux dipyridines :

» *Iodométhylate de dipyridine.* — Ce composé est dissous dans l'alcool absolu chaud; on ajoute aussitôt quelques gouttes de potasse (à 45°). Coloration bleu foncé virant rapidement au vert sale; l'addition d'eau fait virer au vert nickel. La solution alcoolique *froide* présente les réactions suivantes : la potasse donne une coloration bleu verdâtre persistante; un léger excès d'eau fait virer au vert foncé; si l'on additionne de HCl, la belle coloration verte disparaît instantanément; si l'on additionne de AzH^3 en excès, la liqueur devient jaune.

» *Iodométhylate de α-dipicoline.* — En présence de la potasse, la solution alcoolique chaude prend une coloration bleu verdâtre, que HCl fait disparaître; avec la soude, même effet. La solution alcoolique est-elle froide, les réactions sont moins nettes.

» *Iodométhylate de β-dipicoline.* — Réactions semblables; mais je dois faire remarquer que je n'avais pu séparer entièrement la modification β de la modification α.

» *Iodométhylate de β-dilutidine.* — Ce composé est dissous à chaud dans CH^3OH; la potasse fait virer au brun verdâtre; l'addition de HCl produit un trouble marqué, puis un précipité brun. La liqueur est alors sensiblement décolorée.

» *Iodométhylate de γ-dilutidine.* — La solution dans CH^3OH chaud présente des réactions presque identiques.

» La sensibilité des réactions colorées ici décrites est remarquable; je compte indiquer bientôt les services que ces réactions, faciles à reproduire, m'ont rendus dans l'étude si complexe de la polymérisation des alcaloïdes pyridiques et quinoléiques.

» Il me reste à montrer, pour ne pas m'écarter de mon sujet, que les combinaisons avec les iodures forméniques *d'une foule de bases organiques* se comportent différemment en présence des alcalis. Ce sera l'objet d'une prochaine Note. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Isomérie des camphols et des camphres.* Note de M. **Alb. Haller**, présentée par M. Berthelot.

« Les camphols, à peu d'exceptions près, ont été, jusqu'à présent, considérés comme identiques au point de vue chimique, et les différences qu'on trouvait entre eux portaient uniquement sur la valeur du pouvoir rotatoire et le sens de la déviation des camphols, de leurs dérivés et des acides camphoriques correspondants.

» Dans le cours de mes recherches sur les dérivés qui se rattachent à ces composés, j'ai été amené à observer certaines particularités qui m'ont déterminé à vérifier cette identité chimique.

» Cette étude portera sur un camphol appelé camphre de N'gai par les Chinois, sur un autre retiré sans doute de la même plante et qui nous est arrivé de Hanoï sous le nom de Bang phiên, sur ceux de valériane, de garance, de barros ou de bornéo, de succin et sur les différentes variétés de camphols obtenues par l'hydrogénation des camphres droit et gauche.

» Pour arriver au but proposé, on a d'abord comparé entre eux les points de fusion et les pouvoirs rotatoires de ces camphols. On a fait les mêmes déterminations avec un certain nombre de dérivés de ces corps, dérivés parmi lesquels on a choisi le camphre, le camphre monobromé et l'acide camphorique.

» Le camphre correspondant au camphol à étudier a été obtenu par oxydation de ce dernier au moyen de l'acide azotique. Le produit séché entre des doubles de papier fut sublimé avec de la chaux vive. Pour prendre le pouvoir rotatoire on a employé l'alcool comme dissolvant.

» Le camphre monobromé a été préparé en chauffant dans des tubes scellés 5^{gr} de camphre avec la quantité théorique de brome, lavant le produit de la réaction et faisant cristalliser. On a pris le pouvoir rotatoire de ce dérivé en solution dans le toluène.

» Enfin l'acide camphorique a été obtenu en chauffant au bain-marie, pendant cinquante heures, 1 partie de camphre avec 15 parties d'acide azotique de densité 1,27 (Wreden). Les cristaux obtenus par refroidissement furent purifiés par cristallisation dans l'eau. On emploie des solutions alcooliques fraîchement préparées pour déterminer le pouvoir rotatoire moléculaire de l'acide.

» Tous les points de fusion ont été pris avec le même thermomètre,

vérifié au préalable avec le thermomètre à air, et l'on a fait la correction des températures.

» Quant aux pouvoirs rotatoires, les mesures ont été effectuées à la même température de 15°-16° et sur des solutions renfermant 1^{mol} de la substance par litre de liquide (Kachler).

» *Camphol appelé « camphre de N'gai » par les Chinois.* — Ce camphol, signalé pour la première fois par Rondot ([1]), puis par D. Hanbury ([2]), qui montra que la plante qui le fournit est le *Blumea balsamifera* D. C., a été caractérisé par M. Sidney Plowmann ([3]) et par M. Fluckiger ([4]).

» Le produit qui a servi à nos études nous vient de Schangaï. Il était renfermé dans une boîte en fer-blanc, de la contenance de 2^{lit} environ, et se présentait sous la forme de grains blancs, de la grosseur d'une fève et à odeur très agréable.

» Dans le milieu de la masse se trouvaient deux autres petites boîtes en métal, contenant l'une un camphol en grains plus petits et souillés, et l'autre une masse cristalline, verdâtre, fortement imprégnée d'essence. Ces deux derniers échantillons étaient constitués par le même camphol, mais à un degré de pureté moins complet.

» Les gros grains, qui formaient la majeure partie de la provision (700^{gr} environ) fondent à 204°,7 (Plowmann, 204°) et ont en solution dans le toluène un pouvoir rotatoire moléculaire $(\alpha)_D = -32,30$.

» Le point de fusion et le pouvoir rotatoire augmentent si l'on fait cristalliser le camphol dans l'éther de pétrole ([5]).

» Nous indiquons dans le Tableau ci-joint le point de fusion et le pouvoir rotatoire, ainsi que ceux des dérivés étudiés, et nous mettons en regard les constantes physiques des dérivés analogues du camphre de matricaire.

	Points de fusion.	Pouvoirs rotatoires.		Points de fusion.	Pouvoirs rotatoires.
Camphol N'gai...........	209°	$(\alpha)_D = -37°,77$			
Camphre correspondant...	177,5	$(\alpha)_D = -42,10$	Camphre de matricaire....	175°	$(\alpha)_D = -41°,66$
Camphre monobromé.....	75,1	$(\alpha)_D = -127,60$	Camphre monobromé.....	75,1	$(\alpha)_D = -127,74$
Ac. camphorique ([6])......	185,0	$(\alpha)_D = -38,83$	Ac. camphorique..........	186,1	$(\alpha)_D = -46.33$

([1]) *Étude pratique du commerce de la Chine*, p. 34-38; Paris, 1848.

([2]) *Science papers*, p. 187 et 393.

([3]) *The pharmaceutical Journal*, p. 710; 1874.

([4]) *Ibid.*, p. 829; 1874.

([5]) M. Wallach (*Ann. de Liebig*, t. CCXXX, p. 225) a constaté de son côté que le camphol droit ordinaire, cristallisé dans l'éther de pétrole, fond à 206°-207°.

([6]) Cet acide a été préparé avec le camphol de N'gai non cristallisé $(\alpha)_D = -32,30$.

» La concordance qui existe entre ces données nous permet de conclure qu'il y a identité entre le camphre de matricaire et le camphre préparé avec le camphol de N'gai.

» *Camphol parvenu sous le nom de* Bang phiên. — Ce produit nous est arrivé de Hanoï, par l'entremise de notre ami M. Heckel, de Marseille. Il était contenu dans une bouteille et était accompagné d'un échantillon de la plante qui l'avait fourni. Celle-ci a été déterminée par Heckel, qui lui a trouvé les caractères du *Blumea balsamifera*.

» Ce camphol s'est présenté sous la forme d'une masse cristalline, imprégnée d'une essence verdâtre. Il avait une odeur analogue à celle que possède le camphol de N'gai, mais beaucoup plus prononcée.

» On l'a exprimé entre des doubles de papier et sublimé avec de la chaux. Le pouvoir rotatoire du produit ainsi traité est égal à $(\alpha)_D = -38{,}4$.

» Ce produit sublimé renfermait encore de l'essence. Pour l'en débarrasser, on l'a purifié par cristallisation dans l'éther de pétrole.

» Les points de fusion et pouvoir rotatoire du camphol cristallisé et de ses dérivés : camphre, camphre monobromé et acide camphorique, ont les valeurs suivantes :

	Points de fusion.	Pouvoirs rotatoires.
Camphol	208°,9	$(\alpha)_D = -38°,203$
Camphre	178,6	$(\alpha)_D = -42,76$
Camphre monobromé	76,1	$(\alpha)_D = -127,70$
Acide camphorique	186,2	$(\alpha)_D = -46,33$

» Ces données se rapprochent assez de celles concernant le camphol de N'gai et le camphre de matricaire pour que nous puissions conclure à l'identité des produits comparés. Il convient, cependant, d'observer qu'il y a une différence entre le pouvoir rotatoire du N'gai non cristallisé et du Bang phiên. Cette différence est sans doute due à la présence d'un peu de camphol gauche ou inactif dans le camphol de N'gai. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la composition chimique du suint du mouton*. Note de M. **A. Buisine**.

« La composition chimique du suint a été l'objet de nombreux travaux, parmi lesquels il faut surtout citer ceux de deux éminents chimistes, Vauquelin et M. Chevreul.

» Le suint est un produit extrêmement complexe, composé de tous les principes de la sécrétion cutanée du mouton qui se sont accumulés dans la toison. Cependant, il est formé de deux parties bien distinctes ; c'est, du reste, le résultat de deux sécrétions, la sécrétion sudorique et la sécrétion sébacée, très abondante chez le mouton.

» Les produits de la sécrétion sudorique sont solubles dans l'eau et on les sépare facilement de la laine brute par un lavage à l'eau. Au contraire, la matière grasse, élaborée par les glandes sébacées, est insoluble et n'est enlevée que par un traitement spécial.

» Cette séparation se fait en grand dans le lavage industriel de la laine, qui comprend deux opérations : d'abord un lavage à l'eau pure qui enlève tout le suint soluble et ensuite un lavage à l'eau chargée de savon qui débarrasse la laine de la matière grasse.

» Ce travail donne donc naissance à deux sortes de produits : d'une part, des eaux de suint renfermant en dissolution tous les produits de la sécrétion sudorique ; d'autre part, des eaux savonneuses contenant, sous forme d'émulsion, une graisse d'une nature toute spéciale, dite *graisse du suint* ou *suintine*.

» Nous avons repris l'étude de ces produits, et nous donnons aujourd'hui les premiers résultats de nos recherches sur les eaux de suint, celles obtenues dans le traitement de la laine brute par l'eau pure.

» Ces liquides renferment en dissolution de nombreux principes organiques combinés à la potasse. On sait, en effet, que cette base est très abondante dans le produit et n'est accompagnée que d'une petite quantité de soude. C'est surtout sur la nature des principes organiques contenus dans ces eaux qu'ont porté nos recherches.

» Sans entrer dans le détail de notre travail, nous donnons ci-après la liste des corps que nous sommes parvenu à en isoler et que nous avons pu nettement caractériser. Disons seulement que, pour arriver à ce résultat, nous avons opéré sur des quantités très importantes de produit, ce qui nous a permis d'isoler certains principes qui n'existent qu'en très faible quantité dans cette sécrétion.

» Le liquide sudorique du mouton renferme en dissolution :

» De l'acide carbonique libre ; du carbonate d'ammoniaque (provenant de la décomposition de l'urée excrétée) ; du carbonate de potasse (qui prend naissance aux dépens de certains principes de la sécrétion à la suite d'une fermentation particulière qui se déclare dans ces liquides) ;

» Des acides gras volatils : acide acétique, acide propionique, acide

butyrique, acide valérianique, acide caproïque; des acides gras plus élevés dans la série, parmi lesquels nous avons nettement caractérisé l'acide œnanthylique et l'acide caprique; de l'acide oléique, de l'acide stéarique et aussi des acides cireux, parmi lesquels l'acide cérotique. Ces acides existent dans les eaux de suint à l'état de savons de potasse qui ont pris naissance sur la toison ou pendant le lavage par l'action du carbonate de potasse sur les acides gras de la sécrétion sébacée;

» De la graisse du suint entraînée sous forme d'émulsion;

» Du phénol sous forme de phénylsulfate de potasse;

» De l'acide sarcolactique;

» De l'acide benzoïque dû au dédoublement de l'acide hippurique);

» De l'acide oxalique;

» De l'acide succinique;

» De l'acide urique;

» Des acides amidés : glycocolle, leucine, tyrosine;

» Des matières colorantes analogues à celles de l'urine.

» En résumé, le liquide sudorique du mouton renferme les principes que l'on rencontre normalement dans l'urine des herbivores ou, du moins, leurs produits de décomposition. On y trouve en outre, à l'état de combinaison avec la potasse, de nombreux acides gras; presque tous les acides gras y sont représentés, depuis les premiers jusqu'aux acides cireux.

» Notre analyse a été quantitative autant que la chose était possible sur un tel mélange, et les principes que cette portion du suint renferme en plus grande quantité sont, par ordre d'importance : l'acide acétique, l'acide propionique, l'acide benzoïque, l'acide lactique, l'acide caprique, etc.

» Les eaux de suint en renferment des quantités telles qu'elles peuvent devenir une source importante et facile à exploiter de ces divers produits.

» Le suint d'une laine d'Australie nous a fourni pour 100 de résidu sec : 7,1 parties d'acide acétique, 4 parties d'acide propionique, 2,6 parties d'acide benzoïque, 2,5 parties d'acide lactique, 1 partie d'acide caprique.

» Le suint est, en outre, un produit que l'industrie du lavage de la laine fournit en quantité considérable et dont jusqu'à présent on n'a tiré parti que comme source de potasse, en détruisant par calcination toute la matière organique ([1]). »

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie générale de la Faculté des Sciences de Lille.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage acidimétrique de l'acide sulfureux.* Note de M. **Ch. Blarez**, présentée par M. Berthelot.

« 1. L'acide sulfureux, comme on le sait, est bibasique; par son action sur les réactifs colorés, il peut être considéré comme étant une fois acide très fort et une fois acide moyennement fort. Les phénomènes de coloration observés pendant sa neutralisation partielle ou complète, en présence d'un certain nombre de matières colorantes, permettent d'en effectuer le dosage, comme il va être expliqué dans cette Note.

» 2. *Façon dont se comporte l'acide sulfureux lorsque l'on neutralise ses solutions diluées par un alcali en présence de certains réactifs indicateurs.* — Nous avons pris un même volume d'une solution récente et diluée d'acide sulfureux, nous y avons ajouté successivement l'un des réactifs indicateurs suivants : cochenille, hélianthine, sulfofuchsine, tournesol, phénolphtaléine et bleu C4B. Poirrier. Nous avons après cela versé dans la liqueur une solution alcaline étendue d'eau (soude, chaux, baryte, ammoniaque) jusqu'au virage.

» Nous avons consigné dans le Tableau suivant quelques résultats obtenus avec deux solutions différentes d'acide sulfureux, que nous désignons par les lettres A et B. Les résultats sont représentés par le nombre de divisions de la burette, de la liqueur alcaline utilisée.

Réactif indicateur employé.	Avec la soude.		Avec la chaux.		Avec la baryte.		Avec l'ammoniaque.	
	A.	B.	A.	B.	A.	B.	A.	B.
Cochenille	100,5	118	196	240	vir. peu net		32,5	127
Hélianthine	99,75	118	195	238	id.		32,5	127
Sulfofuchsine	102	120	196,5	242	111	»	35	129
Tournesol	vir. progressif		»	»	»	»	»	»
Phtaléine de phénol	199,35	236	390	482	201	»	65	268
Bleu C4B. Poirrier	se décolore		»	»	»	»	»	»

» De l'inspection de ce Tableau, il paraît résulter ce qui suit :

» 1° L'acide sulfureux ne se comporte pas de la même façon vis-à-vis des réactifs indicateurs alcalimétriques. Il paraît posséder une basicité deux fois plus forte vis-à-vis de la phtaléine du phénol que vis-à-vis des réactifs cochenille, hélianthine et sulfofuchsine.

» 2° La sulfofuchsine n'indique la neutralisation partielle de l'acide sul-

fureux que lorsque la neutralisation de la première moitié est légèrement dépassée. Le tournesol, le bleu C4B, ainsi que l'eau de baryte ou l'ammoniaque, ne donnent pas de résultats nets. Ces substances ne sont pas utilisables.

» 3. *Détermination acidimétrique de l'acidité apparente, et dosage acidimétrique de l'acide sulfureux.* — Chaque centimètre cube de liqueur décinormale alcaline équivaut à $0^{gr},0032$ de SO^2, si l'on opère en présence de phénolphtaléine; ou à $0^{gr},0064$ de SO^2, si l'on opère en présence de cochenille ou d'hélianthine.

» Voici les résultats de trois séries de dosages directs effectués sur trois solutions différentes :

		Quantité d'acide sulfureux en poids par litre.		
		I.	II.	III.
Titrage par l'iode		3,840 gr	9,884 gr	4,000 gr
Titrage alcalimétrique en présence	de phénolphtaléine	3,776	9,824	4,000
	de la cochenille	3,792	9,788	4,000
	de l'hélianthine	3,795	9,737	4,000

» Il est permis de conclure que le dosage acidimétrique de l'acide sulfureux est suffisamment exact pour qu'on puisse l'utiliser toutes les fois qu'il est possible.

» 4. *Dosage acidimétrique de l'acide sulfureux libre en présence d'autres acides libres.* — Ce dosage n'est possible qu'en présence d'un acide mono ou polybasique assez fort pour que sa basicité absolue soit décelable par la cochenille ou par l'hélianthine. Dans ce cas on fait deux dosages successifs, l'un avec la cochenille ou l'hélianthine, l'autre avec le phénolphtaléine. La différence exprimée en centimètres cubes d'alcali décinormal, multiplié par 0,0064, représente le poids d'acide sulfureux anhydre contenu dans le volume de la solution sur laquelle on a opéré. Ce mode opératoire a été déjà employé par M. A. Joly à propos de l'acide phosphorique.

» Nous avons vérifié ce dosage en présence des acides azotique (ajouté au moment même du dosage), chlorhydrique, sulfurique et oxalique. Dans tous les cas nous avons obtenu des résultats satisfaisants.

» 5. *Applications à l'étude des sulfites.* — Cette méthode d'analyse trouve des applications dans le titrage des sulfites et dans l'étude de leur dissolution aqueuse. Ainsi :

» Les sulfites acides avec excès d'acide sulfureux paraissent acides à la cochenille et à l'hélianthine. On peut, au moyen de ces réactifs et d'un alcali titré, déterminer l'excès d'acide sulfureux qu'ils renferment.

» Les sulfites acides sont neutres à la cochenille et à l'hélianthine; additionnés de phénolphtaléine, ils paraissent acides et ils absorbent, avant de laisser apparaître la coloration rosée que ce réactif prend sous l'influence des bases, autant d'alcali qu'ils en renferment déjà.

» Les sulfites neutres, alcalins par rapport à la cochenille et à l'hélianthine, neutres par rapport à la phtaléine du phénol, sont ramenés à l'état de sulfites acides par une addition d'acide sulfureux égale à celle qu'ils renferment. On peut les titrer en faisant cette détermination, mais, au lieu de prendre de l'acide sulfureux, il est préférable d'employer une solution décinormale d'acide chlorhydrique. On met un petit excès de ce corps, en s'aidant de cochenille ou d'hélianthine, et l'on revient au virage avec une solution décinormale alcaline.

» Si l'on a affaire à un sulfite intermédiaire, c'est-à-dire renfermant, pour 1^{mol} d'acide sulfureux, plus de $1^{éq}$ et moins de $2^{éq}$ d'alcali, on peut arriver à connaître sa composition exacte, au moyen des deux dosages suivants :

» *a*. Dans un volume donné de la solution, on ajoute de l'alcali titré jusqu'au virage de la phtaléine;

» *b*. Dans un même volume de la même solution, on ajoute un excès d'acide chlorhydrique décinormal, de façon à dépasser le virage de l'hélianthine ou de la cochenille, et l'on détermine l'excès par addition d'alcali décinormal.

» La somme obtenue par l'addition du volume d'alcali employé dans l'essai *a*, et du volume d'acide réellement utilisé dans l'essai *b*, traduite en acide sulfureux, représente la quantité de ce corps contenue dans le volume de liqueur mis en expérience.

» Maintenant, comme on connaît le poids d'acide sulfureux contenu dans un volume donné de liqueur et le poids de l'alcali nécessaire pour le transformer en sulfite neutre (essai *a*), on obtient par différence le poids de l'alcali combiné, et, par conséquent, la composition exacte du composé.

» Ces faits ont été minutieusement vérifiés. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Recherches sur le développement de la betterave à sucre; étude des feuilles*. Note de M. **Aimé Girard**.

« Des recherches que j'ai précédemment résumées et par lesquelles j'ai établi la non-intervention de la souche, comme aussi des racines de betterave, à la formation du saccharose, découle cette conséquence nécessaire, que c'est à l'appareil aérien de la plante qu'il faut demander la clef de cette formation.

» Aussi ai-je apporté à l'étude des feuilles de la betterave l'attention la plus grande. Préoccupé d'abord de l'importance de leur rôle au point de vue végétatif, j'ai déterminé à chaque récolte non seulement le poids du bouquet porté par la souche, mais encore le poids des feuilles déjà fanées abandonnées par ce bouquet, et ramenées par l'analyse et le calcul à l'état normal. A ces données, j'ai joint, pour chaque récolte également, la proportion relative des limbes et des pétioles.

» Le Tableau ci-après indique les résultats obtenus :

		8 juin.	19 juin.	2 juillet.	15 juillet.	29 juillet.	10 août.	24 août.	5 sept.	18 sept.	1er oct.
Poids du bouquet vivant		13,62 gr	63,10 gr	276 gr	402 gr	460 gr	466 gr	461 gr	474 gr	513 gr	537 gr
Poids des feuilles fanées		»	»	»	»	26	85	121	133	130	126
Poids du bouquet total		13,62	63,10	276	402	486	551	582	607	643	663
Proportion pour 100	des limbes	56,5	57,6	37,3	33,3	29,6	33,3	29,9	31,9	32,5	30,0
	des pétioles	43,5	42,4	62,7	66,7	70,4	66,6	70,1	68,1	67,5	70,0

» Des résultats inscrits à ce Tableau, il résulte :

» 1° Que, si l'on considère uniquement le bouquet vivant, on le voit, ainsi que beaucoup d'observateurs l'ont déjà constaté, grandir jusqu'au milieu de juillet, pour ensuite rester sensiblement stationnaire jusque vers le milieu de septembre, mais qu'on le voit en outre, et comme la souche elle-même, augmenter sensiblement de poids pendant la période automnale ;

» 2° Que, si l'on considère d'ensemble le bouquet vivant et les feuilles fanées, on voit la somme de ces deux quantités augmenter régulièrement, et sans arrêt, pendant toute la durée de la végétation.

» Des données précédentes, en outre, il résulte que la fanaison, rapide pendant les périodes de sécheresse, s'arrête aussitôt que le milieu revient à

un état d'humidité normale; il résulte, par conséquent, que la fanaison n'est qu'un accident dans la vie de la betterave.

» L'analyse, résumée ci-après, des pétioles et des limbes séparés conduit, d'ailleurs, à des constatations importantes :

	8 juin.	19 juin.	2 juillet.	15 juillet.	29 juillet.	10 août.	24 août.	5 sept.	18 sept.	1er oct.
COMPOSITION DES LIMBES.										
Eau	90,14	89,48	89,61	87,82	86,26	86,49	85,66	85,90	87,58	85,26
Matières solubles.										
Saccharose	0,05	0,36	0,68	0,36	0,54	0,55	0,47	0,41	0,18	0,57
Sucres réducteurs	0,34	0,25	0,30	0,36	0,47	0,32	0,32	0,36	0,27	0,46
Matières organiques autres	4,47	4,46	3,39	4,53	5,95	5,96	6,39	5,45	5,33	5,93
Matières minérales	2,36	2,30	2,81	2,86	2,51	2,47	2,74	2,73	2,53	2,47
Total	7,22	7,37	7,18	8,11	9,47	9,30	9,92	8,95	8,31	9,43
Matières insolubles.										
Ligneux	2,09	2,28	2,72	3,40	3,69	3,59	3,79	4,44	3,58	4,63
Matières minérales	0,55	0,58	0,49	0,67	0,58	0,61	0,63	0,71	0,53	0,68
Total	2,64	2,86	3,21	4,07	4,27	4,20	4,42	5,15	4,11	5,31
COMPOSITION DES PÉTIOLES.										
Eau	93,47	92,14	94,08	92,23	90,60	91,85	90,41	91,12	91,39	90,75
Matières solubles.										
Saccharose	0,10	0,56	0,17	0,44	0,60	0,31	0,07	0,30	0,37	0,40
Sucres réducteurs	0,32	0,43	0,78	1,29	1,98	1,53	2,29	1,88	1,67	1,81
Matières organiques autres	0,75	1,38	1,37	1,37	2,38	2,00	2,63	1,81	1,42	1,61
Matières minérales	2,22	2,05	1,56	1,57	1,58	1,74	1,67	1,51	1,83	1,56
Total	3,39	4,42	3,88	4,67	6,54	5,59	6,66	5,50	5,29	5,38
Matières insolubles.										
Ligneux	2,69	2,63	1,86	2,52	2,53	2,37	2,56	3,08	3,08	3,47
Matières minérales	0,45	0,49	0,18	0,27	0,22	0,19	0,19	0,30	0,24	0,40
Total	3,14	3,12	2,04	2,79	2,75	2,56	2,75	3,38	3,32	3,87

» Des données de ce Tableau et d'autres encore que, faute d'espace, je ne saurais rapporter, découlent des conséquences que je développe dans mon Mémoire complet, mais dont je dois me borner à résumer ici les points principaux.

» Dans la succession des chiffres relatifs aux pétioles, on ne saurait reconnaître les résultats d'une variation régulière.

» Les différences, bien faibles d'ailleurs, que l'analyse établit dans la proportion des matières dosées, se produisent tantôt dans un sens, tantôt dans un autre; seul le saccharose présente dans son dosage des variations brusques, mais des variations dont la loi n'est pas apparente.

» De ces constatations, comme aussi de celles que m'a fournies l'étude diurne et nocturne des pétioles, il semble résulter que ceux-ci constituent de simples canaux de transport étrangers aux phénomènes chimiques principaux d'où naît le saccharose.

» Il en est autrement des limbes. L'examen attentif des nombres que leur analyse fournit nous y montre la proportion de tissus insolubles (ligneux et matières minérales) restant sensiblement invariable (4 à 5 pour 100), la proportion des matières minérales solubles oscillant entre 2,50 et 2,80 pour 100, celle des matières organiques, autres que le saccharose (6 pour 100 environ), celle du glucose même (0,35 environ) ne subissant que des changements relativement insignifiants, tandis que, suivant les circonstances météorologiques, on voit les proportions de saccharose varier dans des proportions relativement larges, de 0,68 pour 100 (2 juillet), à 0,18 pour 100 (18 septembre).

» J'ai déjà, en 1883 et 1884, appelé l'attention sur ces variations lorsque j'ai démontré, par l'étude de la composition diurne et nocturne des limbes, que la formation du saccharose était sous la dépendance directe de la lumière, et qu'il fallait aller chercher, dans les limbes des feuilles, le laboratoire où non seulement la matière hydrocarbonée, en général, mais encore le saccharose lui-même, prennent naissance.

» Les analyses que je fais connaître aujourd'hui apportent à cette hypothèse une force nouvelle. Si, en effet, on accorde au bouquet le poids moyen de 500^{gr}, si l'on admet que ce bouquet est formé de 66 pour 100 de pétioles et de 33 pour 100 de limbes, on voit que, en considérant les bonnes journées de travail foliacé, chaque bouquet peut, à la fin du jour, renfermer jusqu'à 2^{gr} de saccharose, et comme, ainsi que je l'ai précédemment établi, la moitié environ de ce saccharose disparaît pendant la nuit, il s'ensuit que, en bonnes conditions de végétation, les feuilles de la betterave peuvent chaque jour envoyer à la souche 1^{gr} environ de sucre tout formé. Pour une période de cent jours (du 15 juillet au 25 octobre), c'est un emmagasinement de 100^{gr} de sucre; c'est, pour une betterave de 750^{gr}, une richesse de 13 à 13,5 pour 100 au moins. »

PHYSIOLOGIE. — *Études comparatives sur l'influence des deux ordres de nerfs vaso-moteurs, sur la circulation de la lymphe, sur leur mode d'action et sur le mécanisme de la production lymphatique* (1). Note de M. S. Lewachew, présentée par M. Vulpian.

« Les recherches que j'ai faites sur la production de la lymphe dans les membres postérieurs du chien et que j'ai résumées dans ma Note précédente m'ont démontré que, sous l'influence des différentes espèces de nerfs vaso-moteurs, la production lymphatique peut subir des variations dans le même sens, comme, dans certains cas, des modifications identiques de la circulation sanguine, se produisent, sous l'influence des fibres vaso-motrices d'ordre différent. Il est facile, en général, de faire l'étude comparative de l'action des différentes espèces de nerfs vaso-moteurs. Il s'agit seulement de rechercher si les changements analogues, produits dans la circulation du sang, sous l'influence des nerfs vaso-constricteurs d'une part, et des nerfs vaso-dilatateurs d'autre part, déterminent, dans les mêmes conditions, des variations de même intensité ou d'intensité différente dans la production lymphatique; dans le dernier cas, il faut encore rechercher quelles sont les fibres vaso-motrices qui exercent constamment une action plus forte et à quelle circonstance cela peut tenir. Mais il est très difficile de poursuivre cette étude sur les membres postérieurs : en effet, toutes les fibres vaso-motrices de la patte sont intimement liées au même tronc nerveux. Il s'ensuit que les différents modes ordinaires d'irritation de ce tronc produisent, dans la plupart des cas, des phénomènes dus à l'excitation des fibres les plus nombreuses et exerçant, par suite, l'action la plus forte (vaso-constrictives), tandis que les effets d'excitation des vaso-dilatateurs ne se manifestent pas. Néanmoins, nous avons quelques procédés directs et indirects qui mettent en jeu l'action des fibres vaso-dilatatrices sans produire d'effet sur les vaso-constricteurs. Ainsi, l'irritation du nerf par un courant continu produit une irritation directe des vaso-dilatateurs (Grützner); d'autre part, l'asphyxie, l'irritation du bout central du pneumogastrique, du grand sciatique, etc., la nicotine, déterminent une irritation réflexe des mêmes fibres (Heidenhain, Ostroumoff).

(1) Travail du laboratoire de M. Vulpian.

» L'application de tous ces procédés dans mes expériences a déterminé, dans la plupart des cas, une augmentation plus ou moins considérable de la production lymphatique. Si l'on cesse l'irritation, l'écoulement de la lymphe se ralentit; si l'on excite de nouveau, l'augmentation de la production lymphatique se manifeste de nouveau, etc. On peut étudier comparativement dans chaque expérience les effets de toutes les excitations, dont on augmente l'intensité peu à peu, jusqu'au maximum possible, d'une part, et, d'autre part, les effets de la section du nerf ou de l'interruption de son irritation maxima par un courant induit. Dans tous ces cas particuliers, l'irritation des nerfs vaso-dilatateurs provoque, la plupart du temps, des modifications plus considérables du cours de la lymphe que ne le fait la suppression de l'excitation des vaso-constricteurs.

» Mais, pour étudier plus exactement cette question, j'ai fait encore une série d'expériences sur la langue. On sait, d'après les recherches classiques de M. Vulpian, que les vaisseaux de cet organe sont innervés, d'une part, par le nerf grand hypoglosse, qui contient exclusivement des fibres vaso-constrictives, d'autre part, par le nerf lingual, qui renferme des fibres vaso-dilatatrices. Par conséquent, en agissant sur l'un ou l'autre de ces nerfs, on peut produire isolément l'action propre à chaque système de nerfs vaso-moteurs. Il est donc plus facile, en appliquant le même procédé de recherches sur chacun de ces systèmes nerveux, d'étudier leur influence comparative de la manière la plus précise.

» Dans ces expériences, j'ai employé la même méthode que dans mes recherches sur les membres postérieurs. Seulement, comme il était difficile d'embrasser le cou de l'animal dans une ligature en masse pour entraver l'écoulement de la lymphe par les voies collatérales, il a fallu recourir à la ligature séparée et minutieuse de tous les lyphatiques du côté correspondant de la langue. Du reste, cette opération, étant donnée la situation des lymphatiques linguaux, est facile à exécuter, comme me l'avaient montré des recherches anatomiques préalables. La section du nerf hypoglosse a provoqué ordinairement une augmentation considérable, et l'irritation du bout périphérique, une diminution de la production lymphatique. La section du lingual n'a pas eu d'effet constant; par contre, l'excitation électrique ou autre de ce nerf a provoqué une accélération très accentuée du cours de la lymphe; cet effet s'est produit même encore après la section du nerf grand hypoglosse. Au contraire, si, à l'aide d'une excitation électrique dont on augmente peu à peu l'intensité et avec beaucoup de précautions jusqu'au maximum, on porte la production lymphatique

au plus haut degré possible, la section du nerf hypoglosse reste sans effet. De même, si l'on compare l'action de l'excitation maxima du lingual avec l'effet de la section du nerf hypoglosse ou encore avec l'influence de la suppression de l'irritation de ce nerf, arrivée au maximum d'intensité, on observe que, dans le premier cas, surviennent des variations de l'écoulement de lymphe plus grandes que dans les autres cas. Il résulte donc de toutes ces expériences que les vaso-dilatateurs exercent en général une influence plus intense que les vaso-constricteurs. Ce résultat pouvait tenir à ce que les vaso-dilatateurs ont ordinairement une action plus considérable sur la circulation sanguine. Mais cette cause n'est pas la seule qui entre en jeu. On pouvait aussi observer le même fait dans quelques cas où sous l'influence alternative de deux ordres des vasomoteurs se produisaient des modifications d'une intensité à peu près égale dans l'afflux du sang. Bien plus, dans quelques expériences, j'ai lié toutes les veines efférentes. Quand il ne pouvait plus se produire de modifications considérables de la circulation du sang, j'excitais le nerf lingual et ensuite je faisais la section de l'hypoglosse. Dans ces conditions, on observait encore quelquefois très nettement, en excitant le lingual, une accélération du cours de la lymphe. Il est donc évident que les nerfs vaso-dilatateurs exercent une influence particulière sur les parois mêmes des vaisseaux. Quant à la nature de cette influence, on pourrait, d'une part, la rattacher à des modifications de perméabilité des parois. D'autre part, on pourrait supposer qu'il s'agit ici d'une influence des nerfs sécréteurs. Mais nous n'avons pas encore de faits qui démontrent cette seconde hypothèse. Au contraire, les résultats que nous avons obtenus dans toutes les recherches précédentes nous démontrent jusqu'à présent la dépendance étroite qui existe entre la production de lymphe et les causes d'ordre hydrodynamique. J'ai vu aussi dans quelques expériences que des variations purement physiques de la circulation du sang ont toujours produit des modifications très considérables du cours de la lymphe. Il est donc jusqu'à présent très probable que la production lymphatique est en rapport exclusivement avec de simples conditions hydrodynamiques et que les nerfs agissent seulement indirectement sur la circulation de la lymphe, en modifiant l'afflux du sang dans la partie correspondante et, en outre, en faisant varier la perméabilité des parois des vaisseaux sanguins. »

ANATOMIE. — *Sur un procédé de division indirecte des cellules par trois dans les tumeurs.* Note de M. **V. Cornil**, présentée par M. Marey.

« La division des cellules épithéliales des épithéliomes par division indirecte ou kariokinèse est facile à voir lorsqu'on emploie la coloration des coupes par la safranine ou l'hématoxyline. Le plus souvent on observe les figures bien connues de la division par deux. Mais nous avons, en outre, pu suivre dans deux tumeurs un mode de division par trois, qui fait le sujet de cette Note. L'une de ces tumeurs, enlevée par M. Verneuil, se rapportait à l'épithéliome papillaire et siégeait dans le sinus maxillaire. La seconde, enlevée par M. Terrillon, était un épithéliome kystique du sein. Dans ces deux tumeurs, les phénomènes de la division étaient identiques. Voici en quoi ils consistent :

» Sur les coupes colorées à la safranine ou à l'hématoxyline, on voit un assez grand nombre de noyaux dans lesquels le filament chromatique, fortement coloré, présente la forme d'une étoile à branches rayonnantes, avec des grains de substance chromatique. Quelques-uns de ces noyaux atteignent une dimension colossale, comme celui qui est représenté en M (*fig.* 2). D'autres noyaux offrent tout simplement une plaque équatoriale, dont les filaments se diviseront et se sépareront ultérieurement. C'est là le début de la kariokinèse.

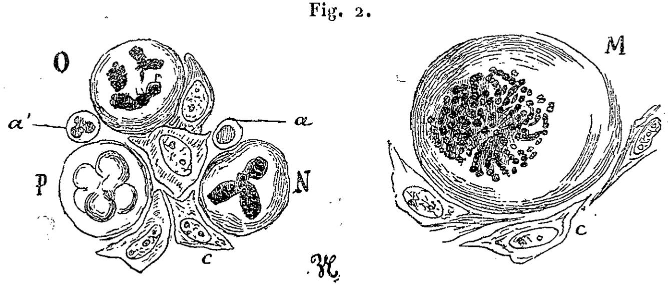
Fig. 1. — *Figures de kariokinèse dans les epithéliomes.*

A, figure stellaire de la substance chromatique divisée en trois lobes. — B, répartition de la substance chromatique en quatre lobes. — C, séparation de la substance chromatique en trois plaques nucléaires. — D, séparation de trois cellules possédant chacune une plaque nucléaire.

» Le filament nucléaire coloré montre souvent, dans cette phase du début, une disposition trilobée. Nous avons dessiné cette forme en trois lobules dans la *fig.* 1, en A, et dans la *fig.* 2, en N. Quelquefois on peut

même rencontrer une étoile chromatique à quatre branches, comme cela a lieu en B (*fig.* 1). La disposition trilobée du filament nucléaire chromatique est le premier stade de la division d'une cellule qui aboutira à la constitution de trois cellules nouvelles. Dans les coupes de nos deux tumeurs, nous avons constaté, en effet, la séparation complète du filament chromatique trilobé en trois plaques distinctes dans le même noyau. La cellule C (*fig.* 1) est bien démonstrative à cet égard. On voit, en effet, trois plaques nucléaires qui sont complètement formées, bien qu'il y ait encore entre elles de très petits filaments, au nombre de cinq, dont l'un, cependant, est libre à son extrémité. La cellule O de la *fig.* 2 offre également trois plaques nucléaires dans un seul noyau. Ces trois plaques chromatiques sont tout à fait séparées les unes des autres, bien qu'elles possèdent encore à leur surface quelques fragments de filaments grêles et courts, qui sont libres à leur extrémité. Tel est le second stade de la division par trois que nous avons observé un assez grand nombre de fois sur nos coupes. Ce stade se termine par la division complète du noyau et de la cellule en trois cellules nouvelles, division qui est très manifeste dans la cellule D (*fig.* 1). Là, en effet, il existe trois plaques nucléaires chromatiques; chacune d'elles est entourée d'une zone claire et d'un protoplasma. Ces cellules sont globuleuses et relativement petites, du même volume que les cellules filles qui résultent de la division d'une cellule en deux. Dans cette cellule D, on remarque encore quatre petits grains chromatiques qui sont restés isolés au milieu du protoplasma et qui étaient en migration au moment où les éléments ont été fixés par l'alcool absolu.

Fig. 2.



N, trifurcation de la substance chromatique. — O, séparation de trois plaques nucléaires. — P, noyau en voie de division directe par bourgeonnement. — *a*, *a'*, cellules rondes migratrices (leucocytes). — M, une cellule très volumineuse dans le premier stade de la kariokinèse. Elle présente une touffe de filaments et de grains colorés rayonnants.

» Les cellules dont le noyau est en division, ou dont le noyau s'est divisé par kariokinèse, peuvent ne pas se diviser elles-mêmes. On a alors une cel-

lule qui présente en dernière analyse trois noyaux à l'état statique, ou même un plus grand nombre. Il peut y avoir en effet, dans ces tumeurs épithéliales, des cellules renfermant de très nombreux noyaux. Lorsque ces cellules subissent une dégénérescence, on voit dans leur intérieur des gouttes sphériques dont la périphérie, souvent interrompue et dure, fixe fortement la safranine.

» Lorsqu'une cellule entre en kariokinèse, elle est souvent très volumineuse, et elle devient alors sphérique. Cette boule sphérique, entourée de cellules polyédriques, comprime ces dernières, qui s'aplatissent autour d'elle, de façon à simuler l'arrangement qu'on observe dans les globes épidermiques. J'ajoute que, dans les deux tumeurs que je relate aujourd'hui, il n'y avait pas de globes épidermiques formés de cellules contenant de l'éléidine.

» Les cellules qui offrent les divers stades de la division par deux sont ovoïdes, tandis que celles que nous décrivons dans leur division par trois sont sphériques.

» Nous ne décrirons pas ici le mode de division par deux, qui est connu; mais nous devons citer une particularité qui s'est montrée constamment dans notre épithéliome papillaire. Les cellules épithéliales étaient cylindriques et implantées en palissade, en plusieurs couches, sur les papilles. Les cellules qui entraient en kariokinèse devenaient ovoïdes, à extrémités fusiformes, conservaient leur direction perpendiculaire aux papilles et leur plaque nucléaire initiale était toujours équatoriale, c'est-à-dire dirigée perpendiculairement au grand axe de l'ovoïde. Les cellules épithéliales voisines étaient aplaties et comprimées.

» Le mode de division par kariokinèse n'exclut pas la division directe des noyaux dans ces tumeurs : nous avons souvent constaté, en effet, des noyaux bourgeonnants, comme celui qui est représenté en P (*fig.* 2) et qui est en train de se diviser par bourgeonnement.

» Il importe de ne pas confondre les figures de kariokinèse des noyaux avec les noyaux de globules blancs migrateurs, dont les noyaux se colorent fortement par la safranine et l'hématoxyline. Il existe presque toujours, en effet, des globules blancs en migration au milieu des cellules épithéliales de ces tumeurs, lorsqu'elles sont en voie d'accroissement. Il suffit d'être prévenu de cette erreur pour l'éviter, car les globules blancs (*a*, *a'*, *fig.* 2) sont bien caractérisés par leur forme et leurs dimensions. »

ZOOLOGIE. — *La Punaise de lit et ses appareils odoriférants. — Des glandes abdominales dorsales de la larve et de la nymphe; des glandes thoraciques sternales de l'adulte.* Note de M. **J. Künckel**, présentée par M. E. Blanchard.

« Il n'est personne qui n'ait eu la mauvaise fortune, dans son demi-sommeil, de saisir entre les doigts la Punaise, son vampire, et qui n'ait éprouvé un sentiment de dégoût, en percevant l'odeur répugnante qu'elle exhale. Serait-ce l'horreur du nauséabond qui a fait reculer les naturalistes, puisqu'un seul anatomiste, Léonard Landois, a recherché (1868) le siège de la sécrétion odorante de la Punaise de lit?

» Malheureusement, les observations de l'auteur allemand sont incomplètes et inexactes; incomplètes, parce qu'il n'a pas constaté l'existence, chez les *Cimex lectularius*, de glandes spéciales et caractéristiques; inexactes, parce qu'il n'a pas reconnu les véritables dispositions anatomiques de l'appareil glandulaire des adultes, ni même vu les orifices odorifères.

» On voit, d'après ces prémisses, que la recherche et l'étude des organes glandulaires des Punaises de lit devaient permettre de découvrir des faits nouveaux.

» J'ai constaté, en effet, que les jeunes Cimex, au sortir de l'œuf, portent trois glandes odorifiques situées à la région dorsale de l'abdomen; ces glandes occupent la partie médiane des trois premiers segments; de mêmes dimensions, elles affectent toutes trois, vues au microscope, une forme de sachet plus ou moins gonflé; leur contour reproduit exactement la silhouette d'une cloche à melon, dont le fond serait tourné vers la tête; chaque glande s'ouvre au dehors par deux orifices, placés de part et d'autre de la ligne médiane, et disposés transversalement au bord des première, deuxième et troisième tergites, juste sur la ligne de séparation des anneaux; ils ont l'aspect de boutonnières ouvertes.

» Si l'on examine les jeunes Punaises lorsque leur tube digestif est gorgé de sang, il est impossible, à cause de leur opacité, d'apercevoir les glandes odoriférantes; il faut, pour les étudier, rendre ces insectes transparents à l'aide d'artifices spéciaux. Nous ne nous occuperons pas actuellement de décrire leur structure histologique; nous nous contenterons de faire remarquer que ce sont des glandes cutanées constituées par un repli de la peau; d'ailleurs, après traitement par la potasse caustique, on peut se

convaincre que la cuticule du tégument se continue avec la cuticule invaginée qui tapisse l'intérieur de la glande.

» Ces trois glandes *abdominales et dorsales* persistent jusqu'à la dernière mue; elles s'atrophient alors et sont remplacées par un appareil glandulaire *thoracique et sternal*. Les Cimicides, buveurs de sang, comme les Scutellérides, les Pentatomides, les Coréides, les Lygæides, etc., suceurs de sève, sont donc pourvus de deux systèmes d'organes de sécrétion situés, suivant qu'ils sont à l'état de larve et de nymphe ou à l'état d'adulte, dans deux régions absolument opposées du corps.

» La présence à des âges différents, chez un Insecte, de glandes ayant des rapports anatomiques différents, mais possédant les mêmes attributions physiologiques, est un fait qui conduit à des déductions intéressantes. En effet, lorsque je le signalais pour la première fois, en 1866 (1), je cherchais à l'interpréter et je disais que les glandes des nymphes s'atrophient parce que l'écusson, les élytres et les ailes venant, chez les Pentatomides et autres, couvrir les arceaux supérieurs de l'abdomen, mettraient obstacle à l'accomplissement de leur rôle physiologique; mais, la Punaise de lit n'ayant qu'un écusson court, de petites élytres et point d'ailes, les tergites de l'abdomen ne sont jamais recouverts : il semblerait que mon explication soit en défaut; il me suffira de rappeler que cet Hémiptère est un type aberrant, transformé par adaptation, c'est-à-dire ayant perdu ses organes locomoteurs aériens pour se conformer à une existence sédentaire subordonnée aux conditions biologiques imposées par sa cohabitation avec l'Homme; au contraire, l'existence des deux systèmes glandulaires, comme chez les Hémiptères pourvus d'organes de vol, démontre qu'à l'origine les Cimex ont possédé des élytres et des ailes normalement conformées.

» Quelques naturalistes ont pensé, en effet, que, adultes, ces êtres représentaient l'état de nymphes des autres Hémiptères, et que le nombre des mues justifiait leur opinion; or la disparition des glandes odorifiques larvaires et nymphales coïncide avec l'apparition de nouvelles glandes odorantes, apanage exclusif des Hémiptères adultes : donc les *Cimex lectularius* en état de se reproduire et considérés comme des nymphes ne sont pas susceptibles, à la suite d'une mue nouvelle, d'acquérir des ailes; ce sont des êtres ayant atteint le dernier terme de leur développement. Si, à l'exemple du *Pyrrhocoris aptera* (1), de la famille des Lygæides, elles étaient

---

(1) *Recherches sur les organes de sécrétion chez les Insectes de l'ordre des Hémiptères* (*Comptes rendus,* 2e semestre, p. 483; 1866).

(2) Cet Hémiptère, ainsi que Paul Mayer l'a vu (1875) et que je l'ai vérifié, possède,

susceptibles de devenir ailés, ce serait à l'époque de la dernière mue, et l'apparition des élytres et des ailes normalement constituées coïnciderait avec la disparition des glandes abdominales et avec l'apparition de l'appareil glandulaire métathoracique.

» Si la découverte des glandes odorifiques des larves et des nymphes des Hémiptères hétéroptères m'appartient (1866), la découverte de la glande odorante chez ces Hémiptères adultes a été faite par Léon Dufour (1833); mais c'est Léonard Landois qui a constaté la présence de l'appareil glandulaire chez la Punaise de lit adulte (1868) [1].

» Suivant lui, cet appareil consisterait en deux longues bourses accumulant la sécrétion d'une glande unique médiane et se réunissant insensiblement en un canal excréteur situé dans le mésothorax et débouchant entre les pattes postérieures par un orifice unique! — N'insistons pas, tout est erreur. — Il se compose en réalité d'une paire de bourses allongées, appendiculées, d'égale longueur, disposées symétriquement, de part et d'autre de la ligne médiane, entre les trous d'insertion des pattes postérieures; ces bourses vont s'ouvrir chacune, par un orifice distinct, dans une poche trapézoïdale qui occupe toute la région sternale métathoracique comprise entre la ligne de séparation du mésosternum et du métasternum et les insertions des pattes de la troisième paire; la base de cette poche est bilobée et présente en arrière, de part et d'autre de la ligne médiane, deux groupes de minuscules cœcums glandulaires. Cette poche débouche au dehors par une paire d'orifices situés dans un enfoncement sur les côtés du métasternum au niveau de l'insertion des pattes de la troisième paire; ces orifices sont placés de part et d'autre d'un prolongement du mésosternum qui s'étend entre les pattes.

» En résumé : *la Punaise de lit possède, depuis son éclosion à l'état de larve et de nymphe, trois glandes odorifiques abdominales dorsales qui disparaissent lors de la dernière mue et sont remplacées, à l'état adulte, par un appareil glandulaire métathoracique sternal. La présence de cet appareil est un critérium qui permet de démontrer que ce Cimex est arrivé au terme de son évolution.* »

à l'état de larve et de nymphe, trois glandes abdominales dorsales qui disparaissent à la dernière mue, alors que s'est constituée la glande métathoracique sternale; j'ai observé plusieurs fois, dans les étés très chauds et secs, chez quelques individus recueillis à l'École botanique du Muséum, la formation simultanée d'ailes bien conformées et de la glande métathoracique sternale.

(1) *Anatomie der Bettwanze* (*Zeitschr. f. Wiss. Zool.*, t. XVIII; p. 218, Taf. XII, *fig.* 14, 1868).

ZOOLOGIE. — *De l'influence de certains parasites rhizocéphales sur les caractères sexuels extérieurs de leur hôte.* Note de M. **A. Giard.**

« La plupart des Rhizocéphales parasites des Crustacés décapodes occasionnent l'atrophie des glandes génitales de leur hôte sans que les caractères sexuels extérieurs de ce dernier subissent la moindre modification. C'est ainsi que *Sacculina triangularis* Anderson, qui se trouve assez fréquemment au Pouliguen et plus rarement à Concarneau sur *Platycarcinus pagurus*, affecte aussi bien les mâles que les femelles, débordant largement de chaque côté la queue étroite des premiers, tandis qu'elle est entièrement protégée par l'appendice plus large de l'autre sexe.

» Mais il n'en est pas toujours de même et, dans certains cas, le parasite détermine par sa présence des modifications assez étendues, pour que les mâles infestés deviennent semblables aux femelles chez des types où le dimorphisme sexuel est des plus accentués. Un exemple très net de cette singulière transformation nous est fourni par *Sacculina Fraissei* nov. spec., parasite du *Stenorynchus phalangium* Pennant. Cette Sacculine, signalée sans description par Fraisse, dans le golfe de Naples, se rencontre communément à Concarneau dans la baie de la Forest. On peut évaluer à un sur cinquante environ le nombre des *Stenorynchus* infestés par ce Rhizocéphale. Comme pour la Sacculine du *C. Mœnas*, le parasite arrive à sa complète formation pendant la période de reproduction du Crabe, c'est-à-dire dans le cas actuel, pendant les mois de juin et juillet.

» *Sacculina Fraissei* se distingue facilement des espèces du même genre par sa forme extérieure et son organisation. Elle est entièrement cachée dans l'espèce de boîte formée par la queue du Crabe et le plastron sternal. Ses contours sont cordiformes. L'ouverture cloacale est presque sessile, irrégulièrement triangulaire chez les jeunes. Le cercle chitineux qui entoure le pédoncule est très simple et peu marqué. Le pédoncule est court; les racines sont plus épaisses et plus irrégulièrement ramifiées que celles de *S. carcini*, les glandes collatériques sont bien développées et situées sur les côtés et vers le tiers supérieur de la hauteur. L'orientation est la même que celle de *Sacculina carcini*. Les testicules, presque sphériques, sont situés à la partie médiane de la moitié postérieure des ovaires, presque au centre de figure du parasite; ils donnent naissance chacun à un long canal déférent qui gagne le bord postérieur et le contourne pour

venir déboucher dans la région sus-pédonculaire. *S. Fraissei* appartient donc au groupe des Sacculines *mésorchidées* dont le type est *Sacculina corculum* Kossmann, parasite de l'*Atergatis floridus*.

» Il m'avait paru d'abord que les femelles de *Stenorynchus* étaient seules infestées par le parasite, ce qui semblait d'autant plus étonnant que chez *Stenorynchus phalangium* le nombre des mâles dépasse de beaucoup celui des femelles. Un examen plus attentif m'a démontré que le sexe mâle n'est pas indemne, bien qu'il semble moins fréquemment atteint (une fois sur six environ).

» Chez les femelles, l'influence du parasite se fait déjà sentir à l'extérieur par une modification profonde des quatre paires de pattes ovigères. Ces appendices sont très réduits sans que l'on puisse attribuer leur atrophie à l'usure produite par le frottement de la Sacculine. Je me suis assuré en effet que, chez des femelles adultes où la Sacculine récemment évaginée était encore de très petite taille, les pattes ovigères présentaient déjà l'aspect chétif d'organes avortés.

» Bientôt j'observai des *Stenorynchus* infestés et en apparence tout semblables aux précédents chez lesquels ces pattes n'existaient plus, mais où il me fut facile de trouver des stylets copulateurs fortement réduits, il est vrai, et une position différente des ouvertures génitales.

» Ces individus étaient des mâles dont la queue avait cependant tous les caractères extérieurs de l'appendice femelle et semblait disposée pour abriter le parasite avec la même perfection qu'elle abrite les œufs dans l'autre sexe.

» De plus, les caractères sexuels secondaires de ces mâles infestés étaient également modifiés dans le même sens que les caractères primaires, Les pinces, au lieu d'être fortement développées, étaient réduites et ne dépassaient pas longuement la tête, comme chez les mâles normaux; en un mot, elles présentaient la même disposition que chez les femelles. Toutes ces particularités sont d'autant plus frappantes qu'à l'état normal le *Stenorynchus* est un des Décapodes brachyures chez lesquels le dimorphisme sexuel est le mieux indiqué.

» Pour trouver des faits comparables à ceux que nous venons d'exposer, il faut invoquer les effets produits par la castration chez les Vertébrés supérieurs et l'apparition chez les eunuques de certains caractères sexuels secondaires, appartenant ordinairement au sexe femelle.

» A un autre point de vue, la fausse finalité, défavorable au Crabe, qui fait apparaître chez un sexe un caractère de l'autre sexe, dans le but appa-

rent de protéger un parasite, n'est pas le seul exemple que nous donne la nature de cette sorte de lutte entre la sélection naturelle et la sélection sexuelle. Ne voit-on pas les étamines du *Melandryum dioïcum*, normalement avortées dans le sexe femelle, se développer cependant lorsque la plante est infestée par l'*Ustilago antherarum* et redevenir, *en apparence*, hermaphrodite pour permettre la fructification du parasite?

» Il est probable que les observations que j'ai faites sur la Sacculine du *Stenorynchus* doivent s'étendre à d'autres espèces, et notamment à la *Sacculina neglecta* de l'*Inachus scorpio* qui, selon Fraisse, n'infesterait que les femelles. Aussi je m'empresse de déclarer que j'abandonne l'argument que j'avais tiré de ce chef contre la théorie de la migration de l'embryon des Rhizocéphales. J'ajoute d'ailleurs que tous les faits contenus dans la présente Note s'expliquent parfaitement dans l'hypothèse de la fixation directe, qui me paraît toujours de beaucoup la plus probable. »

ZOOLOGIE. — *Sur le système circulatoire des Échinides.* Note de M. R. **Kœhler**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« La lecture de la Note présentée à l'Académie des Sciences par M. Prouho, sur le système vasculaire du *Dorocidaris papillata*, m'a engagé à reprendre les recherches que j'ai publiées en 1883 dans mon Mémoire *Sur les Échinides des côtes de Provence*. En 1882, au moment où je faisais ces recherches, j'avais cherché vainement les vaisseaux pharyngiens décrits par Teuscher chez les Oursins réguliers, et qui font communiquer, d'après cet observateur, chaque vaisseau ambulacraire externe avec l'anneau périœsophagien supérieur. En faisant des injections soit par les vaisseaux ambulacraires, soit par le canal glandulaire que j'avais découvert à côté du canal du sable, je n'avais jamais réussi à injecter ces vaisseaux; d'autre part, je n'en avais pas trouvé de traces sur les coupes du pharynx; je m'étais donc cru autorisé à dire que ces vaisseaux n'existaient pas. A la vérité, et comme je l'écrivais dans une Note postérieure à mon Mémoire (*Zool. Anzeiger*, n° 187), j'avais été surpris de ne pas trouver les vaisseaux pharyngiens de Teuscher, dont l'existence me paraissait probable. J'ajoutais aussi dans cette Note : « Je dirai même que ces vaisseaux eussent été très commodes pour moi » lorsque j'ai voulu expliquer la circulation des Oursins; grâce à eux, l'appareil eût été facile à schématiser, et il aurait offert de grandes analogies » avec ce qui existe chez les autres Échinodermes. »

» En étudiant le système circulatoire du *Dorocidaris*, M. Prouho a constaté que les deux vaisseaux qui courent le long de chaque zone ambulacraire ne se réunissent pas en un seul, comme je l'avais cru, mais qu'ils se séparent au voisinage de la bouche; que l'un d'eux, atteignant le pharynx, s'applique contre ce conduit et se jette dans un anneau périœsophagien, tandis que l'autre monte entre les pyramides pour déboucher dans le deuxième anneau. Comme cette disposition ne saurait être spéciale au *Dorocidaris*, j'ai voulu reprendre une dernière fois cette question et trouver ces vaisseaux pharyngiens qui m'avaient échappé autrefois. N'ayant pas sous la main, en ce moment, des animaux frais qui me permissent de pousser des injections, je me suis borné à faire, sur des animaux conservés dans l'alcool, des coupes du pharynx dans toute sa longueur, et j'ai obtenu des préparations qui m'ont complètement édifié sur l'existence de ces vaisseaux pharyngiens. J'ai pu m'assurer de leur présence chez les *Echinus acutus*, *Strongylocentrotus*, *Sphærechinus*, et aussi chez le *Dorocidaris*.

» L'existence des cinq vaisseaux pharyngiens ayant été beaucoup discutée, et leur présence modifiant les relations des vaisseaux chez les Oursins, je tiens à déclarer que je les ai trouvés à mon tour; je suis heureux d'avoir pu confirmer les observations de M. Prouho sur le *Dorocidaris* et de les étendre aux autres types dont j'ai autrefois étudié le système circulatoire.

» A part la découverte de ces vaisseaux pharyngiens, les observations de M. Prouho sont très conformes aux miennes. La question paraît donc être résolue maintenant d'une manière définitive, et le système circulatoire des Échinides Réguliers offre les analogies les plus complètes avec ce qui existe chez les Irréguliers. J'entre donc pleinement dans les vues de M. Prouho, quand il dit que « les deux systèmes aquifère et sanguin ne » sont pas entièrement distincts, car on doit attacher une grande importance » à la pénétration réciproque des deux systèmes par l'intermédiaire de leurs » anneaux œsophagiens respectifs ».

» Mais je ne saurais partager la manière de voir qu'il expose dans le *Compte rendu* du 21 juin, quand il dit :

» Le prétendu canal du sable des auteurs (chez le Spatangue) est, depuis l'organe ovoïde jusqu'aux anneaux vasculaires buccaux, l'homologue de l'anneau de Poli des *Cidaridæ*, et c'est pour rappeler cette homologie que l'on peut l'appeler *canal de Poli*, réservant le nom de *canal du sable* ou *tube aquifère* au vaisseau à épithélium columnaire qui s'étend de l'extrémité postérieure de l'appareil madréporique au double canal dont il vient d'être question.

» Je n'ai aucune raison pour admettre une homologie entre ce canal,

auquel tous les auteurs qui ont étudié le Spatangue ont donné le nom de *canal du sable*, et les anneaux de Poli des *Cidaridæ*, c'est-à-dire les anneaux périœsophagiens. Le canal du sable des Spatangues présente des dispositions particulières, et c'est grâce à ces dispositions que communiquent indirectement les deux systèmes aquifère et sanguin, comme l'indique M. Prouho, communications qui s'effectuent au niveau des anneaux péribuccaux, directement chez le Dorocidaris, par l'intermédiaire des vésicules de Poli chez les autres Réguliers. Mais cela ne veut pas dire que le canal du sable des Spatangues soit homologue aux anneaux périœsophagiens des Réguliers.

» Il me semble qu'il est rationnel d'admettre que les anneaux périœsophagiens des Réguliers ou anneaux de Poli des *Cidaridæ* sont homologues aux anneaux buccaux des Spatangues, dont ils diffèrent par ce que ces derniers ne communiquent plus directement entre eux, comme cela arrive chez les *Cidaridæ*, ou par l'intermédiaire des vésicules de Poli, comme c'est le cas chez les autres Réguliers; et que les deux vaisseaux qui cheminent côte à côte chez les Réguliers, et qui s'appellent le *canal du sable* et le *canal glandulaire*, sont représentés chez les Irréguliers par deux canaux qui tendent à se fusionner et qui forment un ensemble désigné simplement sous le nom de *canal du sable*.

» Le canal du sable des Oursins n'est plus représenté chez le Spatangue que par ses deux extrémités (canal onduleux qui accompagne l'œsophage, et canal à épithélium columnaire qui apparaît au pôle apical), sa région moyenne ayant disparu ou s'étant confondue avec l'autre canal qui présente la structure et les rapports du canal glandulaire des Réguliers.

» En tenant compte de mes anciennes observations et des recherches récentes de M. Prouho, je conclus que le système circulatoire présente, chez les Échinides, Réguliers et Irréguliers, les mêmes dispositions fondamentales; qu'il n'y a pas deux systèmes absolument distincts l'un de l'autre, puisqu'il s'établit entre eux des communications réalisées chez les Réguliers par les anastomoses qui relient les deux anneaux périœsophagiens (*Cidaridæ*), ou par les branches que chacun de ces anneaux envoie dans les vésicules de Poli; et chez les Irréguliers par la disparition d'une partie du canal du sable. Mais j'estime que le canal du sable et le canal glandulaire des Oursins sont représentés chez les Spatangues par cet ensemble, auquel j'ai conservé le nom de *canal du sable*, pour ne pas introduire de nom nouveau, en faisant remarquer toutefois que ce canal n'était pas simple et qu'il offrait encore des indices de la séparation originelle des deux vaisseaux qui le constituent. »

MATIÈRE MÉDICALE. — *Des graines de* Bonduc *et de leur principe actif fébrifuge.* Note de MM. **Ed. Heckel** et **Fr. Schlagdenhauffen**, présentée par M. A. Chatin.

« La pharmacopée de l'Inde et de nos colonies françaises a mis en honneur, en tant que fébrifuge, un médicament populaire dans les régions tropicales, mais peu connu jusqu'ici : il s'agit des graines de *Bonduc* ou *Cniquiers*, encore désignées sous les noms brésiliens de *Inimboy* et de *Silva do Prago* en portugais. Elles sont fournies par deux végétaux exotiques très voisins, appartenant aux Légumineuses Césalpiniées : ce sont *Guilandina Bonducella* L. (*Cœsalpinia Bonducella*, Tlem.) et *Cœsalpinia Bonduc*, Roxb.

» La partie médicamenteuse est constituée par les cotylédons huileux formant de 40 à 50 pour 100 du poids total dans l'une et l'autre graine, doués d'une amertume franche très accentuée et d'un goût de Légumine crue. La structure anatomique de ces cotylédons est la même de part et d'autre : les cellules sont pourvues de grains d'amidon sphériques à hile central et de globules huileux incolores plus gros.

» La composition chimique de ces cotylédons, également très rapprochée, est indiquée par les chiffres suivants :

	Guilandina Bonducella.	*Cœsalpina Bonduc.*
Huile	23,920	25,130
Résine (?), principe actif amer	1,888	1,925
Sucre	5,459	6,830
Matières salines	4,251	3,791
Principes albuminoïdes (solubles et insolubles)	21,612	20,490
Matières amylacées	37,795	35,697
Eau hygrométrique	5,000	5,800
Pertes	0,075	0,327
	100,000	100,000

» Le traitement des cotylédons par l'éther de pétrole, le chloroforme et l'alcool fournit des solutions d'une amertume très prononcée.

» L'huile extraite au moyen de l'éther de pétrole peut être débarrassée de son principe amer au moyen de l'alcool. Ce liquide alcoolique évaporé à siccité abandonne un résidu poisseux qui renferme une certaine quantité de corps gras et de *résine*.

» La solution chloroformique fournit à son tour un mélange de même

nature. Le produit de l'extraction alcoolique enfin contient également les mêmes principes et de plus une proportion considérable de sucre. En reprenant ces divers extraits par du chloroforme en quantité suffisante et en traitant ensuite la solution chloroformique dans un entonnoir à robinet avec de l'eau, on obtient deux couches, dont l'inférieure contient la matière amère. Ce liquide, évaporé en consistance sirupeuse, fournit après addition d'éther de pétrole des flocons jaunâtres. Après deux ou trois traitements successifs, analogues au précédent, on obtient un composé qui, après dessiccation, se présente sous forme d'une poudre blanche : c'est ce produit que nous désignons sous le nom de *résine*. Cette dénomination pourrait, en effet, lui être attribuée en raison de certaines réactions chimiques. Cependant, comme ses caractères physiques ne concordent pas avec ceux des résines, il est plus rationnel de l'appeler *principe amer*, qui rappelle une de ses propriétés les plus importantes sans faire allusion à sa fonction chimique.

» Ce *principe amer* des deux Bonducs constitue une poudre blanche, amère, sans âcreté. Il est entièrement soluble dans l'alcool, l'acétone, le chloroforme et l'acide acétique cristallisable, très peu soluble dans l'éther et le sulfure de carbone, presque insoluble dans l'éther de pétrole et dans l'eau. Il se dissout dans les huiles essentielles et les huiles grasses. Cette dernière propriété explique comment il se peut que l'extraction pétroléique des cotylédons renferme une si notable quantité de matières amères. Les solutions alcoolique, acétonique, chloroformique ou acétique traitées par l'eau, l'éther ordinaire, le sulfure de carbone ou l'éther de pétrole se troublent ou laissent déposer des flocons plus ou moins abondants. C'est grâce à ces différences de solubilité dans les divers véhicules que l'on parvient à préparer le principe amer à l'état de pureté.

» Le procédé qui nous a fourni les meilleurs résultats consiste à verser la solution chloroformique dans de l'éther de pétrole ou à précipiter par l'eau la solution de la substance dans l'acide acétique glacial. Les alcalis sont presque sans influence sur le principe amer : l'ammoniaque en dissout des traces à la température du bain-marie; la potasse caustique ne le saponifie pas.

» Soumis à l'action de la chaleur, il se boursoufle au bout d'un certain temps et entre en fusion à 145°; il se décompose ensuite lentement.

» Parmi les réactions de couleur, nous citerons les suivantes :

» *Acide chlorhydrique*. — Coloration foncée au début; la matière se dissout lentement et le liquide passe au rose.

» *Acide azotique.* — La matière se fonce, se désagrège et forme des gouttelettes résineuses rouges.

» *Acide sulfurique.* — Dissolution de la substance avec teinte brun foncé, qui, après une demi-heure, devient rouge-amaranthe. La coloration rouge est bien plus accentuée quand on ajoute à l'acide sulfurique une trace de chlorure ferrique.

» *Composition.* — Une première analyse, faite avec la matière dissoute dans l'alcool et précipitée par l'éther sulfurique, nous avait donné les nombres suivants : C = 68,02 ; H = 8,28 ; O = 23,70 ; mais le produit purifié d'après les procédés ci-dessus a fourni :

	Pour 100.
C	62,60
H	7,75
O	29,65

Ces nombres conduisent à la formule $C^{14}H^{15}O^5$.

» Il est hors de doute que le principe amer résume en lui les propriétés thérapeutiques de cette graine. Des essais cliniques, faits par le Dr Isnard, médecin en chef de la Douane de Marseille, semblent mettre déjà en évidence que, à la dose de $0^{gr},10$ à $0^{gr},20$, ce principe amer agit contre les fièvres intermittentes avec autant de sûreté que les sels de quinine. »

GÉOLOGIE. — *Sur le système triasique des Pyrénées-Orientales, à propos d'une Communication de M.* Jacquot. Note de M. **A.-F. Noguès**, présentée par M. Hébert.

« Il y a plus de vingt ans que j'ai fait connaître le *trias* des Pyrénées-Orientales, dans les localités mêmes de la vallée du Tech, citées par M. Jacquot, à Amélie-les-Bains, Montbolo, Polalda, et, plus au sud, à Saint-Laurent-de-Cerdans, la Manera, etc. Dans cette Note, je complète les renseignements d'alors. Non seulement j'ai signalé le *grès bigarré,* mais aussi le système calcaire et marneux qui le recouvre. Dès 1859, j'ai distingué les grès rouges triasiques et antétriasiques des grès crétacés couleur lie de vin ; puis, dès 1862, j'ai tracé les limites du trias de la vallée du Tech (*Géologie stratigraphique et minéralogique des sédiments inférieurs des Pyrénées-Orientales*) ; dans ma *Carte géologique des Pyrénées-Orientales* présentée à l'Association française (août 1878), j'ai représenté le trias par une teinte jaune isabelle. Les différences d'aujourd'hui portent seulement sur les accolades.

» *Amélie-les-Bains.* — La base de la montagne sur laquelle serpente le chemin de Montbolo montre, à partir de la roche granitoïde du fond du vallon : (A) *schiste de transition* pénétré par du porphyre; (B) *système triasique* : 1° grès rouge ferrugineux pénétré par le porphyre quartzifère blanc; 2° grès rouge quartzeux; 3° grès rouge avec cailloux de quartz; 4° grès rougeâtre schistoïde, le tout constituant l'étage du *grès bigarré*; puis, viennent : 5° calcaire schistoïde; 6° calcaire noir en feuillets épais; 7° calcaire compact noir.

» Sur le chemin de Céret, avant d'arriver à Amélie-les-Bains, se trouve un promontoire dont la base est entaillée par le lit du Tech et par la tranchée de la route : ici la coupe est plus complète; on y distingue : *schiste de transition de la base, système triasique.* (A) *Grès bigarré :* 1° grès rouge peu solide se délitant en marnes; 2° grès rouge de couleur de brique, micacé, ou psammite lie de vin, qui forme les assises du pont de Polalda. (B) *Muschelkalk :* 3° calcaire rouge et gris verdâtre compact en lits minces, alternant avec des argiles de même teinte; 4° marnes et calcaires schistoïdes, gris et noirâtres; 5° calcaires noirs compacts en bancs réguliers arqués; 6° bancs épais de calcaire gris bleuâtre subcristallins; 7° calschistes grisâtres ou jaunâtres; 8° calcaire gris foncé compact. (C) *Marnes irisées :* 9° marnes jaunâtres et grisâtres souvent feuilletées avec lits de grès, quelquefois avec lits de calcaires celluleux et magnésiens. Puis vient une série de couches de grès et de calcaires crétacés fossilifères.

» L'ensemble de système triasique s'est élevé au nord-est, dans le lit de la rivière, sur une longueur de 200^{m} à 300^{m}; les grès bigarrés et le système triasique réapparaissent un peu plus loin, à l'est d'Amélie, aux Plâtrières de Melciou. La montagne qui s'élève sur la rive gauche du Tech, entre Polalda et Amélie, présente la même composition avec un plus grand développement de groupe calcaire, qui a d'ailleurs la plus frappante analogie avec le trias calcaire du Pieretal-de-Fornel de la sierra de Gador.

» *Saint-Laurent-de-Cerdans.* — A 2^{km} avant d'arriver à Saint-Laurent-de-Cerdans, à la métairie Lafage, réapparaissent les grès rouges (grès bigarré) du trias reposant directement sur le granite, avec une inclinaison sud-est; en s'approchant davantage du versant espagnol, dans la vallée de la Muga, ils se développent encore davantage.

» A partir du granite : (A) *Système triasique.* (*a*) *grès bigarré :* 1° grès rouge à grains fins, 2° grès rouge un peu marneux, 3° grès rouge quartzeux, 4° grès jaunâtre; (*b*) *groupe calcaire :* 1° calcaire argileux, calcaire à ciment, 2° calcaire noirâtre, 3° calcaire gris, 4° cargneules et calcaire ma-

gnésien; (*c*) *groupe marneux,* ici très réduit et dénudé. Tout ce système est surmonté de calcaires crétacés très développés, surtout aux environs de Coustouges, Villaroja, la Manera.

» Au sud de Coustouges, à la métairie de la Coume, se retrouvent les mêmes couches qu'au vallon Lafage. Dans l'entonnoir du Camp d'Amont, au sud-est de Coustouges, les grès rouges du trias forment les parois intérieures et profondes du cirque dont les bords supérieurs sont recouverts par les grès rouges et jaunâtres avec *Cyclolites elliptica* (Lk) et par des calcaires à *Hippurites* et à *Caprines*.

» Aux environs de Coustouges, Villaroja, la Manera, le terrain crétacé qui recouvre le trias se compose de haut en bas de : 1° de calcaire à *Hippurites* et *Caprines*, 2° grès rouges et jaunâtres à *Cyclolites elliptica*, 3° schistes crétacés et marneux, 4° grès jaunâtres avec *Plicatules*, *Rhynchonelles* (*Rhinchonella deformis*, d'Orb.), 5° grès jaunes et gris, 6° calcaires à *Ostrea columba* (Dech.); enfin, en face de la Manera, sur la montagne de Besseguda, se montre le terrain nummulitique recouvrant le terrain crétacé.

» En résumé, on trouve dans toute la chaîne des Pyrénées un grès de couleur rouge de brique ou lie de vin associé à des poudingues quartzeux et à des schistes rouges argilo-arénacés. Ces grès représentent le trias inférieur; celui-ci est surmonté, dans la vallée du Tech, d'un système de calcaires diversement colorés, plus ou moins altérés, associés eux-mêmes à des marnes plus ou moins argileuses ou arénacées.

» Le système de grès rouges triasiques forme dans la vallée supérieure du Tech (Saint-Laurens, Samovera, Villaroja, etc.) une arête orographique parfaitement dessinée; il est important de ne pas le confondre avec un autre grès rouge appartenant à la craie (grès à *Cyclolites elliptica*), qui se trouve dans les mêmes localités et en particulier à la Manera.

» Quant aux roches complexes et variées, connues sous le nom collectif d'*Ophites de Palassou*, j'ai démontré dans mon Mémoire de 1864 (*Ophites des Pyrénées*) qu'elles sont beaucoup plus anciennes que Dufrénoy ne le supposait, et qu'elles comprennent plusieurs espèces de roches éruptives. Les ophites ont disloqué et métamorphisé les calcaires triasiques, jurassiques, crétacés; leur première éruption a commencé avec le trias ou le jurassique inférieur pour finir avec l'éocène inférieur.

» Les ophites ne sont pas des roches sédimentaires métamorphisées; elles ne représentent ni le muschelkalk ni les marnes irisées : ce sont des roches hypogènes. Les roches analogues aux ophites que j'ai eu l'oc-

casion d'observer en Andalousie me confirment dans mes vues de 1864; aucune des recherches de MM. Virlet d'Aoust, de Magnan, de Garrigou, etc., n'a pu établir d'une manière concluante la nature sédimentaire ou métamorphique des ophites des Pyrénées. « L'analyse microscopique, » dit M. Michel Lévy, donne tort à l'opinion jadis soutenue par MM. Vir- » let d'Aoust, Magnan, Garrigou, qui met en doute la nature éruptive » des ophites. »

PALÉONTOLOGIE. — *Faune des Invertébrés des grottes de Menton, en Italie.* Note de M. **Emile Rivière**, présentée par M. Gaudry.

« Les grottes de Menton m'ont donné non seulement une très nombreuse série de Mammifères différents, mais encore et surtout une faune d'Invertébrés si considérable qu'elle comprend près de *quarante mille* échantillons. Elle est, de plus, si variée que je ne connais jusqu'à présent aucune grotte d'habitation de l'homme quaternaire qui ait fourni un aussi grand nombre d'espèces différentes. Leur Catalogue complet, dressé avec le concours de M. le Dr Fischer, aide-naturaliste au Muséum, ne comprend pas moins de 171 espèces marines ou terrestres, fossiles et d'étages différents, ou vivantes, tant méditerranéennes qu'océaniques. Ces différences d'origine sont un fait des plus intéressants. En effet, parmi les fossiles, l'*Acanthoceras Lyelli* du gault a été, d'après M. Fischer, recueilli dans les couches fossilifères de la Perte-du-Rhône. La *Rhynchonella depressa* provient de la craie. Les *Nummulites perforata* et *Lucasana* se rencontrent en quantité à la Murtola, c'est-à-dire à quelques centaines de mètres des grottes, sur la plage de Garavan, à Menton. Enfin, le *Cerithium cornu-copiæ* doit provenir de Valognes (Manche). Quant aux fossiles pliocènes, ils proviennent certainement soit des argiles de Castel d'Appio (Italie), soit des argiles de Biot (Alpes-Maritimes).

CATALOGUE (1).

A. — Coquilles fossiles.

GAULT.	CRAIE.
Acanthoceras Lyelli Leymerie.	*Rhynchonella depressa* d'Orbigny.

(1) Abréviations : M. signifie *méditerranéenne;* O. signifie *océanique;* M. O. signifie à la fois *méditerranéenne et océanique*; Ind. signifie *espèce indéterminable.*

NUMMULITIQUE.

Nummulites perforata d'Orbigny.
» *Lucasana* Defrance.
Cerithium cornu-copiæ Sowerby.
Arca ind. (1).

PLIOCÈNE.

Pecten benedictus Lamarck.
» *scabrellus* Lamarck.
» *Fuchsi* Fontanes.
Turritella Archimedis Brongniart.
Cypræa elongata Brocchi.
Ranella marginata Brocchi.
Fusus rudis (2) Philippi.
Pleurotoma undatiruga Bivona.
Nassa prismatica Brocchi.
» *mutabilis* Linné.
» *musiva* Brocchi.
Tritonidia Rivierei Fischer.
Terebra fuscata Brocchi.
Dentalium Delessertianum Chenu.

B. — Coquilles vivantes.

a. MARINES.

ACÉPHALES.

Lutraria elliptica Lamarck, M. O.
Tapes aureus Linné, M. O.
» *decussatus* Linné, M. O.
Venus gallina Linné, M. O.
Cardium aculeatum Linné, M. O.
Cardium echinatum Linné, M. O.
» *edule* Linné, M. O.
» *exiguum* Gmelin, M. O.
» *oblongum* Chemnitz, M.
» *papillosum* Poli, M. O.
» *rusticum* Lamarck, M. O.
» *tuberculatum* Linné, M. O.
Lucina borealis Linné, M. O.
» *lactea* Linné, M. O.
Cardita calyculata Linné, M.
Arca diluvii Lamarck, M.
» *lactea* Linné, M. O.
Pectunculus glycimeris Linné, M. O.
» *pilosus* Linné, M.
» *violacescens* Lamarck, M.
Mytilus edulis Linné, M. O.
Pecten Jacobæus Linné, M.
» *maximus* Linné, M. O.
Pecten multistriatus Poli, M. O.
» *varius* Linné, M. O.
Spondylus gæderopus Linné, M.
Ostrea edulis Linné, M. O.
Anomia ephippium Linné, M. O.

GASTROPODES.

Alvania crenulata Michaud, M. O.
» *europæa* Risso, M.
» *Montagui* Payraudeau, M.
Rissoa subcostulata Schwartz, M.
» *variabilis* Mühlfeldt, M.
» *ventricosa* Desmarest, M.
Rissoina Bruguieri Payraudeau, M.
Turritella communis Risso, M. O.
» *triplicata* Brocchi, M.
Scalaria communis Lamarck, M. O.
» *Turtonæ* Turton, M. O.
Littorina littoralis Linné, O.
» *obtusata* Linné, O.
» *rudis* (3) Maton, M. O.
Natica Alderi Forbes, M. O.
» *fusca* Blainville, M. O.
» *Guillemini* Payraudeau, M. O.
» *millepunctata* Lamarck, M.
» *monilifera* Lamarck, M. O.

---

(1) Elle rappelle l'*Arca turonica* Dujardin, espèce fossile des faluns.
(2) Cette coquille est si rare dans la Méditerranée qu'elle est considérée comme fossile.
(3) Rare dans la Méditerranée.

Natica olla Marcel de Serres, M.
Turbo rugosus Linné, M. O.
» *sanguineus* Linné, M.
Phasianella pullus Linné, M. O.
Trochus Adansoni Payraudeau, M.
» *adriaticus* Philippi, M.
» *articulatus* Lamarck, M.
» *Biasoletti* Philippi, M.
» *conulus* Linné, M.
» *conuloides* Lamarck, O.
» *divaricatus* Linné, M.
» *Fermoni* Payraudeau, M.
» *Laugieri* Payraudeau, M.
» *mutabilis* Philippi, M.
» *Richardi* Payraudeau, M.
» *striatus* Linné, M. O.
» *turbinatus* Born, M.
» *zizyphinus* Linné, M.
Clanculus corallinus Gmelin, M.
» *Jussieui* Payraudeau, M.
Haliotis lamellosa Lamarck, M.
Cypræa europæa Montagu, M. O.
» *lurida* Linné, M.
» *physis* (1) Brocchi, M.
» *pyrum* Linné, M.
» *spurca* Linné, M.
Ovula ind.
Marginella miliacea Lamarck, M.
Chenopus pes-pelicani Linné, M. O.
» » var. *minor*, M. O.
Conus mediterraneus Bruguière, M.
Mitra ebenus Linné, M.
» ind.
Murex cristatus Brocchi, M.
» *Edwardsi* Payraudeau, M. O.
» *erinaceus* Linné, M. O.
» *trunculus* Linné, M.
Triton nodiferus Linné, M. O.
» *cutaceus* Linné, M. O.
Fusus corallinus Philippi, M. O.
» *pulchellus* Philippi, M.
Fusus rostratus Olivi, M.
Cancellaria cancellata Linné, M.
Pleurotoma Philberti Michaud, M.
» ind.
Cassis saburon Bruguière, M. O.
» *sulcosa* Bruguière, M.
Cassidaria echinophora Linné, M.
» *Tyrrhena* Chemnitz, M. O.
Columbella Gervillei Payraudeau, M.
» *rustica* Linné, M.
» *scripta* Linné, M.
Purpura lapillus Linné, O.
Buccinum undatum Linné, O.
Nassa corniculum (2) Olivi, M. O.
» *gibbosula* Linné, M.
» *incrassata* Muller, M. O.
» *neritea* Linné, M. O.
» *reticulata* Linné, M. O.
» *variabilis* Philippi, M.
Euthria cornea Linné, M.
Cerithium fuscatum Costa, M.
» *scabrum* Olivi, M. O.
» *vulgatum* Bruguière, M.
Vermetus ind.
Fissurella gibba Philippi, M. O.
Patella cærulea Linné, M.
» *ferruginea* Gmelin, M.
» *lusitanica* (3) Gmelin, M. O.
» » var. à côtes plus fortes.
» *Tarentina* Lamarck, M. O.
» *vulgata* Linné, O.
Dentalium dentalis Linné, M.
» *novemcostatum* Lamarck, M.
» *Tarentinum* Lamarck, M. O.

b. COQUILLES TERRESTRES.

GASTROPODES.

Helix aspersa Müller.
» *cespitum* Müller.
» *conspurcata* Draparnaud.
» *elegans* Gmelin.

(1) Espèce rare actuellement.
(2) et (3) Ces deux espèces ne dépassent pas au nord, dans l'Océan, le golfe de Gascogne.

Helix nemoralis Linné.	*Leucochroa candidissima* Draparnaud.
» » var. *major.*	*Zonites olivetorum* Gmelin.
» *niciensis* Férussac.	» » var. *Leopoldinus.*
» *vermiculata* Müller.	» ind. ([1]).
» *cingulata* Studer.	» *spelæus* Issel.
» *ericetorum* Müller.	*Rumina decollata* Linné.
» » var. *major.*	*Buliminus quadridens* Müller.
» *Mazzullii* Jan.	*Pupa similis* Bruguière.
» *obvoluta* Müller.	*Cyclostoma elegans* Müller.
» *rufescens* Pennant.	» *sulcatum* Draparnaud.
» *striata* Draparnaud.	*Pomatias obscurus* Draparnaud.

» J'ai trouvé, en outre, une *Serpula* absolument indéterminable et deux Polypiers : le *Cladocora cespitosa* Linné et un *Cladocora* indéterminable.

» Telles sont les 171 espèces d'Invertébrés trouvées dans les grottes de Menton; elles se divisent en 20 espèces fossiles, 125 espèces vivantes et marines et 26 espèces terrestres. Parmi les espèces vivantes et marines, 50 sont à la fois méditerranéennes et océaniques; 62 appartiennent exclusivement à la Méditerranée et 6 seulement à l'Océan; enfin 7 sont indéterminées. »

M. **Daubrée** présente, de la part de M. *Nicolas de Kokscharow*, fils de l'éminent Correspondant de l'Académie, une étude cristallographique, écrite en langue russe, sur les topazes de Durango au Mexique. L'auteur compte la faire suivre de recherches sur les topazes de Sibérie, auxquelles il ne pourra se livrer qu'au retour de la nouvelle mission scientifique du gouvernement russe, qu'il poursuit en ce moment en Sibérie, dans l'Altaï.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

([1]) Elle appartient au groupe de l'*olivetorum*.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 juillet 1886.

Doria et Barberousse; par le vice-amiral Jurien de la Gravière. Paris, E. Plon, 1886; 1 vol in-12.

Notice nécrologique sur M. Nicolas Joly; par M. D. Clos. Toulouse, impr. Douladoure-Privat, 1886; br. in-8°.

Traité de Zoologie médicale; par R. Blanchard; 2e Partie. Paris, J.-B. Baillière, 1886; in-8°.

Microzymas et microbes; par A. Béchamp. Paris, Impr. Réunies, 2, rue Mignon, 1886; in-8°.

Géographie rimée. Les départements français; par L. Lombard. Nice, impr. Ardoin, 1885; in-18.

Fifth annual Report of the United States geological Survey to the secretary of the Interior 1883-1884; *by* J.-W. Powell, director. Washington, Government printing-office, 1885; in-8° relié.

Terremoto no Rio de Janeiro; conductores electro-telluricos deduzidos dos pararaios de Franklin; pelo Dr M. Marques de Carvallo. Rio-de-Janeiro, typ. Camoes, 1886; br. in-8°.

Sulle eruzioni centrale ed eccentrica dell' Etna, scoppiate il di 18 *e* 19 *maggio* 1886; 2° *Rapporto al R. Governo di* O. Silvestri. Catania, Galatola, 1886; br. in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 JUILLET 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉODÉSIE. — *Sur les rapports de la Géodésie avec la Géologie;* par M. FAYE.

« J'ai exposé, il y a quelques mois, dans une Conférence de la Sorbonne (¹), des idées qui intéressent à la fois ces deux Sciences. Il n'est plus possible aujourd'hui de maintenir entre elles l'ancienne séparation : d'exclure, par exemple, en Géodésie, de l'ensemble des forces qui agissent sur le globe terrestre, celles qui en modifient incessamment le relief, ou de chercher, en Géologie, la cause de ces dernières sans savoir que leur action est pondérée de manière à ne pas altérer notablement, dans le cours des siècles, la figure d'équilibre de notre planète.

» C'est pour avoir perdu de vue ces rapports nécessaires que les géo-

(¹) *Revue scientifique* du 27 mars.

logues qui prétendent rattacher la formation de la Terre à une conception de pure géométrie, sans s'occuper des forces qui en maintiennent la figure, s'exposent à tomber d'hypothèse en hypothèse jusqu'à la théorie de la Terre pyramidale qui, certes, ne saurait être considérée comme un progrès.

» J'attachais peu d'importance à cette singulière idée : aussi ne m'attendais-je guère à une vive opposition de la part de ses rares partisans. Mais je me trompais : l'hypothèse pyramidale était fortement ancrée dans quelques esprits; à peine ma théorie était-elle publiée qu'elle a été attaquée avec une vivacité singulière. Le savant défenseur de cette hypothèse, M. de Lapparent, a produit tout d'abord un grand effet en m'accusant d'être en désaccord avec les géodésiens allemands. Puis il a nié que la présence des mers ait exercé la moindre influence sur le refroidissement du globe et il nous a apporté en preuve l'histoire d'un puits artésien de 126^{m}, foré en Sibérie. Il a parlé des fissures et des cavernes qui doivent diminuer la densité des couches profondes du globe, et il a contesté que ces couches soient devenues plus denses en passant de l'état liquide à l'état solide et cristallin.

» Enfin, tout récemment, il a essayé de prouver que la figure du globe a été profondément altérée à l'époque quaternaire par l'attraction des glaciers : cette attraction serait venue s'ajouter à celle des continents pour défigurer doublement la surface des mers. Cette espèce de campagne en faveur de la théorie pyramidale de la Terre a été conduite si vivement et avec tant de succès que je viens de retrouver la plupart de ces arguments dans des journaux français fort sérieux, et même beaucoup plus loin, dans le nouveau Journal astronomique de Rio-Janeiro.

» Je suis bien forcé d'avouer le désaccord que M. de Lapparent signale entre les idées de quelques savants allemands et les miennes. Ce désaccord est complet. Mais ce n'est pas moi qui ai rompu avec la vraie tradition scientifique, celle que Bessel représentait si hautement en Allemagne : c'est le fait des quelques géodésiens dont M. de Lapparent m'oppose l'autorité, mais qui seraient bien surpris eux-mêmes s'ils se doutaient que l'on se réclame, en France, de cette autorité pour soutenir l'hypothèse pyramidale. Ce désaccord, d'ailleurs, est purement passager; il cédera devant une étude plus large des faits qui se prépare en Allemagne, étude où l'on prendra pour base de ce vaste travail précisément l'ellipsoïde de révolution de Bessel que les dissidents dont il s'agit ont repoussé avec un certain dédain, et alors des travaux dont je suis loin de méconnaître le

mérite prendront leur valeur réelle. Pour moi, je suis de l'école géodésique de France, suivie et développée par Bessel en Allemagne, Airy et Clarke en Angleterre, le Révérend Pratt aux Indes orientales, Pierce en Amérique, Andrae en Danemark, etc. Je reconnais, avec ces maîtres de la Science, que le *géoïde* (c'est le nom que les Allemands donnent aujourd'hui à la surface des mers prolongée idéalement au-dessous des continents), loin d'offrir en plein Océan de vastes trous d'un kilomètre de profondeur, ne diffère d'un ellipsoïde de révolution que par de faibles ondulations sans loi assignable. J'ajoute seulement à leur doctrine cette idée que le système mystérieux de compensation qui annule sensiblement l'influence des continents émergés sur le niveau des mers est dû au mode de refroidissement propre à notre planète ([1]).

» Aujourd'hui, je me propose d'examiner la récente objection relative aux glaciers quaternaires ([2]), non pas, bien entendu, en géologue, mais au point de vue de leur attraction sur les mers.

» Jusqu'ici les terrasses étagées qui marquent, dans la péninsule scandinave, les niveaux atteints par les mers aux différentes époques de la période quaternaire, et que le géologue trouve aujourd'hui à des altitudes de 200^{m}, 300^{m}, 400^{m} et au delà, étaient considérées comme le résultat d'une émersion plus ou moins régulière, mais progressive, qui est encore aujourd'hui à l'œuvre sur certains points. M. de Lapparent entreprend de montrer, au contraire, que c'est la mer qui s'est affaissée. Pour cela, il suppose que, pendant la phase glaciaire, la masse de glace accumulée sur ces terres septentrionales a dû joindre son attraction à celle du continent européen, soulever le niveau des mers et le laisser retomber plus tard, à l'époque de la fusion et du retard desdits glaciers ([3]).

([1]) *Sur la constitution de l'écorce terrestre* (*Comptes rendus* des 22 mars et 5 avril dernier).

([2]) De Lapparent, *L'attraction des glaces sur les masses d'eau voisines* (*Revue scientifique*, n° 26, p. 801).

([3]) Je ne conteste pas cette action, mais elle n'a rien de commun avec celle des continents. L'attraction d'un continent sur le niveau des mers est sensiblement nulle, parce qu'elle est compensée au-dessous par un défaut d'épaisseur de la croûte terrestre. Il n'en serait plus de même de l'attraction d'un accident du sol, d'une pyramide d'Égypte, d'une couche de glace posée sur le continent, parce qu'elle ne serait pas compensée par un défaut correspondant dans les couches profondes. Ce sont ces accidents du sol continental, les collines ou les vallées, les amas de matériaux de densité anormale qui produisent les ondulations du géoïde, sans parler des défauts locaux de la compensation générale, qui ne saurait être absolue.

» C'est ici une simple question de calcul : l'attraction d'un glacier de dimensions données est-elle capable d'élever le niveau des mers voisines à plus de 400^m sur les côtes?

» Si, pour faciliter le calcul, on assimile ce glacier à une calotte de glace à base circulaire et d'épaisseur constante, on ne risque pas d'apprécier trop bas l'effet de ce glacier. En désignant donc par h l'épaisseur constante de ce glacier, par α degrés le demi-diamètre de sa base, et en portant à $\frac{1}{6}$ la densité de la glace par rapport à la densité moyenne de la Terre, on aura, avec une approximation bien suffisante, pour la dénivellation produite sur les bords,

$$h\left(\frac{\alpha}{360^\circ} - 2\sin^2\frac{1}{4}\alpha\right).$$

» Admettons, comme le fait M. de Lapparent (j'ignore sur quels fondements), que la calotte quaternaire de glace ait eu, sur le continent européen, l'énorme épaisseur de 1^{km}; soient, de plus, 20° pour l'amplitude de la base, ce qui couvrirait de 1^{km} de glace toute l'Europe, depuis le cap Nord jusqu'au parallèle de Paris : le calcul ne donnera qu'une dénivellation de 24^m. Nous voilà bien loin des 400^m dont il faut rendre compte. Il n'y a donc pas lieu d'invoquer ici l'attraction des glaciers ([1]), et il faut revenir à l'explication ordinaire des géologues, c'est-à-dire aux phénomènes d'émersion ou d'affaissement dont l'écorce terrestre a été le théâtre à toutes les époques, même à celles où il n'y avait pas de glaciers du tout.

» La seconde objection de M. de Lapparent n'est pas mieux fondée. Il s'agit, cette fois, de l'époque quaternaire en Amérique et de l'ancien lac qui occupait le bassin où coule aujourd'hui la *Red River*. M. Dana attribue cette formation à un exhaussement du sol qui faisait obstacle, au nord, à l'écoulement des eaux; M. de Lapparent y voit l'effet d'un grand glacier, ce qui dispense de recourir aux mouvements du sol. Je me garde bien d'intervenir dans ce débat tout géologique, mais quand je vois M. de Lapparent attribuer à l'attraction du glacier sur les eaux du lac le défaut d'horizontalité des terrasses qui ont successivement servi de bords à ce lac à mesure que son niveau baissait, je consulte les chiffres et je trouve qu'il s'agit de 38^m à 50^m; en d'autres termes, sur une longueur de 222^{km} ou de 2°, ces cordons littoraux se relèveraient de cette quantité. Or,

---

([1]) Restent, il est vrai, certaines difficultés de détail sur lesquelles M. de Lapparent insiste beaucoup. Il suffit de faire remarquer que ces difficultés seraient exactement les mêmes dans les deux cas, soit que la mer s'abaisse, soit que le sol s'exhausse.

même en supposant un énorme glacier de 1^{km} d'épaisseur sur 20° de diamètre, nous venons de voir que l'on n'aurait sur les bords qu'une dénivellation maximum de 24^{m} : comment veut-on que cette dénivellation varie de 38^{m} d'un point à l'autre, même sur un parcours de 2°? La variation serait de 4^{m} à 5^{m} au plus et, comme il s'agit d'un glacier qui fond et se retire, son attraction a dû être bien inférieure à celle d'une couche ayant aux bords la même épaisseur qu'au centre, en sorte que l'effet invoqué par M. de Lapparent n'a peut-être pas dépassé quelques décimètres.

» Ainsi, M. de Lapparent et les auteurs auxquels il emprunte ses arguments n'ont pas songé à vérifier leurs suppositions par le calcul, autrement ils se seraient bien vite aperçus que ces phénomènes sont hors de proportion avec l'action des plus gigantesques glaciers quaternaires, à moins de décupler la hauteur déjà énorme qu'ils leur attribuent, et encore on serait loin de compte.

» Il m'a paru que je ne devais pas laisser sans réponse les objections de M. de Lapparent, d'abord à cause du juste crédit dont cet auteur jouit dans le monde scientifique, ensuite parce que les idées qu'il a entrepris de combattre s'adressent tout aussi bien aux géologues qu'aux géodésiens. Cette discussion a aussi l'avantage de montrer, une fois de plus, que la Géodésie peut rendre quelques services à la Géologie.

» Encore quelques mots pour terminer. Depuis que M. de Lapparent a mis en avant les géodésiens allemands, beaucoup de personnes s'imaginent que le niveau des mers est fortement surélevé sur les côtes par l'attraction des continents, et que la surface des océans présente en son milieu de larges creux de 1^{km} de profondeur. Permettez-moi de consigner ici, à ce sujet, la déclaration d'un maître de la Science, M. Andrae, Directeur des travaux géodésiques en Danemark :

» Il faut se rappeler que la surface du géoïde décrit partout une infinité d'ondulations qui tantôt s'élèvent comme des monticules au-dessus du sphéroïde (c'est un mot que l'auteur emploie parfois pour désigner plus brièvement l'ellipsoïde de révolution déterminé par le colonel Clarke) et tantôt s'abaissent comme des vallées qui peuvent pénétrer plus ou moins dans son intérieur, la distance entre les deux surfaces, d'après toutes les observations géodésiques recueillies jusqu'ici, devant toujours être considérée comme extrêmement petite, puisqu'elle ne varie le plus souvent qu'*entre quelques pouces et quelques pieds* (1).

» Telle est la vérité. »

---

(1) C.-G. Andrae, *Problèmes de haute Géodésie*, p. 1 et 2. Copenhague, 1883.

NAVIGATION. — *Sur la navigation de nuit dans le canal maritime de Suez.* Note de M. DE LESSEPS.

« La navigation de nuit dans le canal de Suez est assurée par l'emploi de feux de direction sur la ligne du canal et de feux électriques à bord des navires.

» L'application de la lumière électrique au passage des navires dans le canal de Suez a été étudiée :

» 1° Au point de vue de l'exécution de nuit des travaux d'entretien et d'amélioration, dans le but de diminuer, pendant le jour, les ennuis qui peuvent résulter pour la navigation, dans certains cas, de la présence dans le canal des appareils de dragage en travail et des transporteurs emportant les déblais;

» 2° Au point de vue du transit des navires proprement dit, le passage de nuit permettant de réduire la durée des arrêts en garage, inévitables jusqu'au moment où l'élargissement du canal maritime, effectué dans toute sa longueur, facilitera les croisements.

» Après un certain nombre d'expériences longues et délicates, ces deux questions ont été résolues avec succès.

» La question de la navigation de nuit dans le canal devait être abordée avec la plus grande prudence; un essai prématuré malheureux et un insuccès surtout eussent produit, sur les armateurs et les assureurs, une impression déplorable, susceptible de retarder l'application pratique de la facilité nouvelle recherchée. Un succès trop hâtif, d'autre part, eût peut-être préparé des déceptions.

» La Note jointe à cette Communication résume les études et les essais faits du commencement de 1881 jusqu'à la fin de 1884.

» Dès le début, l'idée de l'éclairage du même canal a dû être définitivement écartée. Ce système, excessivement coûteux, aurait plutôt nui à la bonne marche des navires : la lumière n'eût pas éclairé, mais ébloui les pilotes et les capitaines.

» Les études et essais de toutes sortes se terminèrent, au commencement de 1883, par une application pratique aux dragages de nuit par porteurs. Ces essais répondaient à la fois aux conditions d'un *travail de nuit* dans le champ de dragages, et à celles d'un *transit de nuit* des porteurs, véritables navires marchant à 10^{km} par heure, vitesse réglementaire des bâtiments passant le canal.

» Les appareils à bord de la drague comprenaient : une machine dynamo-électrique Gramme, trois lampes Gramme avec réflecteur, et un moteur Brotherhood, de 5 chevaux de force, alimenté par la chaudière à vapeur de la drague elle-même. L'ensemble de ces appareils devait donner un éclairage régulier sur le pont, dans le puits de la drague, et projeter une clarté suffisante sur une zone environnante d'au moins 100^m de largeur à partir des flancs et des extrémités de l'appareil.

» Chaque porteur naviguant était muni d'une machine dynamo-électrique Gramme, donnant 24 ampères, d'une lampe Gramme devant être allumée pendant le chargement et éteinte pendant la marche; d'un projecteur Mangin, à porte divergente, et d'un moteur Brotherhood de 3 chevaux de force, alimenté par la chaudière du porteur, ensemble destiné à réaliser un éclairage régulier et suffisant pour les manœuvres sur le pont des porteurs, pour leur accostage et enfin pour leur marche de nuit dans le canal maritime.

» Ces essais pratiques ayant réussi, il fut procédé, au commencement de 1884, à un essai prolongé de transit de nuit au moyen de l'un des porteurs. Ce navire passa de nuit d'Ismaïlia à Suez (c'est-à-dire dans la partie du canal où se rencontrent des courbes et des courants), dans d'excellentes conditions. Cet essai démontra que le principe et les dispositions des appareils étaient convenables, et qu'il suffisait, pour arriver au succès, de quelques légères modifications dans les appareils, et d'un changement dans la disposition des bouées balisant le chenal, qu'il convenait de rapprocher de manière que le faisceau lumineux du projecteur à bord du navire pût éclairer trois couples de balises à la fois.

» Il fut aussitôt décidé que des essais tout à fait concluants seraient faits au moyen d'un des gros remorqueurs de la Compagnie. Ces essais ont permis, sans hésitation, d'arrêter le mode de navigation de nuit actuellement pratiqué.

» Le remorqueur, de 36^m de longueur à la flottaison et $6^m,80$ de largeur au fort, fut muni d'une machine dynamo-électrique du système Gramme, donnant 45 ampères et commandée directement par un moteur à vapeur Mégy, alimenté aux chaudières du navire, d'un projecteur de $0^m,40$ de diamètre, placé à l'avant, avec miroir aplanétique du colonel Mangin, et porte divergente, d'une lampe automatique de Gramme, pour l'éclairage du pont, des flancs et de l'arrière du remorqueur, suivant les besoins; d'une table de distribution, avec résistances d'équilibre, et de tous les câbles et accessoires divers nécessaires.

» Les essais de transit de nuit du remorqueur, faits en mai 1884, réussirent complètement. On en conclut que des navires gouvernant bien, munis d'appareils similaires, pourraient certainement passer le canal de nuit avec les installations à bord ci-dessus décrites, un rapprochement des bouées de $\frac{3}{10}$ à $\frac{2}{10}$ de mille, l'établissement de feux de direction donnant les alignements droits et les tangentes des courbes, feux au pétrole, d'une portée de 9 milles, montés sur des potences spéciales ou des bouées lumineuses du système Pintsch.

» Ces installations étant terminées et éprouvées dans une première section du canal (de Port-Saïd au kilomètre 54), la Compagnie publia, le 5 novembre 1885, le règlement dont un exemplaire est joint à cette Note, annonçant qu'à partir du 1er décembre 1885, et jusqu'à nouvel ordre, les navires de guerre et les navires postaux, gouvernant bien et munis des appareils voulus, seraient autorisés à passer le canal de nuit aux mêmes conditions édictées pour le transit de jour.

» Les appareils nécessaires à bord étaient : à l'avant du navire, un projecteur électrique d'une portée de 1200^{m}; à l'arrière, une lampe électrique capable d'éclairer un champ circulaire de 200^{m} à 300^{m} de diamètre; sur chaque flanc, une lampe électrique avec réflecteur. Ce règlement spécifiait, en outre, les conditions dictées par l'expérience pour les manœuvres de transit, la marche et les garages.

» Les navires ont à se munir à leurs frais, et suivant leurs convenances, des appareils d'électricité, qu'ils utilisent d'ailleurs hors du canal pour leurs propres opérations (1). La Compagnie n'impose aucun système d'éclairage électrique; elle autorise à transiter de nuit tout navire de guerre ou tout paquebot-poste dont les appareils sont reconnus répondre, en pleine sécurité, comme intensités et positions des foyers lumineux, à toutes les conditions nécessaires dans les limites du règlement spécial publié.

» Dans la pratique actuelle de la navigation de nuit, un navire transitant se dirige dans les parties rectilignes du canal en pointant sur le feu de direction le plus éloigné qu'il aperçoit, sans allumer son projecteur ni ses lampes, à moins qu'il ne veuille, à un moment donné, vérifier sa position par rapport aux bouées du chenal. Dans les courbes, les feux spéciaux

(1) Le prix total de ces appareils est de 16000^{fr} environ. L'encombrement de l'ensemble (machine dynamo-électrique et son moteur) prend en longueur $2^{m},10$, en largeur $0^{m},90$ et en hauteur $1^{m},20$; le poids est de 1500^{kg}.

donnent au navire la direction d'entrée, ainsi que la direction de sortie, et la courbe est décrite en manœuvrant à l'aide des feux du projecteur, des lampes de flanc et, au besoin, de la lampe d'arrière qui peut indiquer constamment la position de l'étambot par rapport aux limites du chenal.

» Les navires qui ont transité de nuit sont dénommés sur une note annexée, détaillant les principales conditions de la traversée de chacun d'eux.

» Tous ces navires appartiennent à la Compagnie postale anglaise péninsulaire et orientale. De ce document, il résulte que la durée moyenne du transit de ces paquebots-poste a été de vingt heures et dix minutes; pendant la même période de temps, la durée moyenne des autres paquebots postaux transités de jour a été de trente et une heures quinze minutes.

» La rapidité obtenue par la navigation de nuit et la sécurité matérielle constatée ont amené la Compagnie à décider l'accès d'une nouvelle section du canal à cette navigation, du kilomètre 54 au phare sud des Lacs amers.

» Des installations provisoires suffisantes, qui seront remplacées par des installations définitives, au fur et à mesure de la livraison des commandes faites pour les installations définitives correspondantes, permettront bientôt de naviguer de nuit sur 110^{km} du canal, qui a 160^{km} de longueur. Et les installations nécessaires seront poursuivies, pour que, dans un temps rapproché, le canal tout entier soit accessible à la navigation de nuit.

» Ce passage de nuit doublera, pour ainsi dire, la capacité de transit du canal, autorisé actuellement, par mesure de sage précaution, aux seuls paquebots-poste et aux navires de guerre, qui représentent d'ailleurs ensemble 20 pour 100 du total des navires transiteurs. La Compagnie espère bien pouvoir, dans l'avenir, étendre, dans la mesure la plus large, à tous les navires gouvernant bien, l'autorisation de transiter de nuit.

» Dans l'intérêt de la navigation universelle, cette autorisation générale doit être nécessairement subordonnée aux résultats d'expériences successives facilitées et suivies avec le plus grand soin. »

HYDRAULIQUE. — *Expériences sur les ondes et notamment sur la diminution des pressions latérales moyennes de l'eau en ondulation dans un canal.* Note de M. **A. de Caligny.**

« J'ai fait creuser chez moi, à Flottemanville, près de Valognes, dans de la terre glaise, un canal de section rectangulaire ayant une largeur de $1^m,20$,

une profondeur d'eau de $0^m,40$, une longueur de 50^m; une de ses extrémités débouchant dans un réservoir assez étendu, les ondes produites à l'autre extrémité par un mouvement de va-et-vient horizontal, entretenu au moyen d'une roue hydraulique, sont convenablement régulières et viennent mourir dans ce réservoir. On peut ainsi faire fonctionner l'appareil aussi longtemps qu'on le veut, de manière à constater des lois qui ne peuvent l'être qu'après un temps considérable.

» Ainsi, on croit généralement que les ondes dites *courantes* n'ont qu'un mouvement apparent de translation. Or, en déposant des brins d'herbe à l'origine de ce canal par un temps calme, on finit toujours par les retrouver dans le réservoir précité, tandis que dans mes premières expériences, faites à la main, j'avais bien constaté un transport réel à la surface, dépendant de la distance de l'origine à laquelle ces petits flotteurs étaient placés. Mais, au delà d'une certaine distance, on ne pouvait, dans les circonstances où j'avais opéré, en 1858, constater un transport réel.

» Lorsque, avec ces brins d'herbe, on pose à la surface une planche, même d'assez petites dimensions, on remarque un fait intéressant, résultat du mode d'action du mouvement, dit *orbitaire*, des molécules de l'eau, dans la partie supérieure de la nappe liquide en ondulation. Elles reçoivent à l'arrière une percussion qui finit par les faire arriver dans le réservoir, longtemps avant les brins d'herbe, qui se trouvent en quelque sorte faire partie de la masse en ondulation.

» Ces diverses expériences ont été interrompues l'année dernière par des inondations prématurées, de sorte qu'on n'a pas eu le temps de mesurer exactement la hauteur des ondes, dans chaque circonstance. Je ne crois cependant pas devoir attendre plus longtemps avant de signaler la confirmation, d'une manière plus satisfaisante que je ne l'avais obtenue à Cherbourg, d'une loi dont j'avais trouvé le principe par une théorie que j'avais présentée, que M. Combes eut l'obligeance de développer ensuite, et sur laquelle j'ai donné divers détails (p. 158 et suivantes, p. 365, etc. du premier Volume de mon Ouvrage intitulé : *Recherches théoriques et expérimentales sur les oscillations de l'eau, et les machines hydrauliques à colonnes liquides oscillantes*).

» J'ai disposé, perpendiculairement au canal précité, un second canal séparé du premier par un barrage que traversait un tuyau de conduite en zinc de $0^m,06$ de diamètre et de $4^m,20$ de long, affleurant la paroi intérieure du premier canal au fond duquel il débouchait, de manière à ne pas y laisser de partie saillante. L'eau baissait dans le second canal pen-

dant l'ondulation du liquide dans le premier, et, comme il était assez étendu, il était intéressant d'y voir durer assez longtemps la descente de la surface qui se relevait ensuite graduellement quand on cessait d'entretenir l'ondulation dans le premier canal.

» Il y avait un très léger mouvement de va-et-vient à la surface du canal latéral pendant que le liquide était en ondulation dans l'autre. Ce mouvement de va-et-vient aurait sans doute été encore moindre, si le tuyau de conduite, étant plus long, avait permis de mieux emmagasiner le mouvement comme par une sorte du volant. La baisse dont il s'agit était d'au moins 13^{mm} (1). »

THERMODYNAMIQUE. — *Réflexions sur une critique de M.* Hugoniot, *parue aux « Comptes rendus » du 28 juin;* par M. **Hirn.**

« Le *Compte rendu* n° 26 (28 juin) contient une Note dont l'auteur, M. Hugoniot, essaye de réfuter les conclusions que j'ai tirées de mes derniers travaux expérimentaux sur l'écoulement des gaz (2), à savoir : que

---

(1) L'appareil, objet de ma dernière Note, a permis de constater à la surface de l'étang qui lui sert de bief d'amont un léger mouvement, très régulier, de va-et-vient, qui n'est pas sans quelque intérêt, à cause de la distance à laquelle il était, même peu de temps après la mise en train, observé à l'autre extrémité de l'étang, à plus de 160^m de distance. Il était trop faible pour produire sur la surface de l'eau des dénivellations bien sensibles, mais la durée de chaque oscillation à la surface était la même que celle de chaque période de la machine.

Je reviendrai ultérieurement sur les expériences objet de cette Note. Je pourrai d'ailleurs, au besoin, les faire dans cette localité sur une échelle beaucoup plus grande. Le canal factice que M. le Ministre de la Marine a bien voulu mettre à ma disposition dans l'arsenal de Cherbourg, et où les ondes sont produites par une machine à vapeur dont la marche est d'ailleurs moins régulière en général que celle d'une roue hydraulique, a aussi ses avantages; mais il est beaucoup moins grand que celui sur lequel j'ai pu vérifier d'une manière si décisive une loi, qui n'est pas sans utilité pour les épuisements dans les marais au bord de la mer, pour l'explication des fontaines sous-marines et des courants temporaires qui peuvent se présenter des parties les plus calmes de la mer aux parties les plus agitées, du moins après la cessation du vent.

(2) *Recherches expérimentales et analytiques sur les lois de l'écoulement et du choc des gaz en fonction de la température; conséquences physiques et philosophiques qui découlent de ces expériences,* suivies des *Réflexions générales au sujet des*

la vitesse d'un gaz qui se jette dans un espace vide est toujours de beaucoup supérieure à la vitesse normale assignée par la théorie cinétique aux molécules, pour telle température donnée. M. Hugoniot cite, dès le début, en paraissant s'y rallier complètement, une Note dans laquelle, de son côté, M. Clausius a essayé de réfuter une partie des objections que j'ai faites à la théorie cinétique.

» La Note de M. Clausius, insérée dans le *Bulletin de l'Académie royale de Belgique* ([1]), m'a amené à faire un nouveau travail complet et original, dans lequel je réponds *incidemment*, quoique avec soin, aux diverses critiques qui me sont parvenues, soit sous forme de publications imprimées, soit sous forme de lettres particulières, mais dans lequel je me suis attaché surtout à produire, sous une forme plus frappante et plus élémentaire, tout un ensemble d'objections qui rendent désormais la théorie cinétique insoutenable.

» Ma réponse à la critique de M. Hugoniot est ainsi faite par anticipation, car cette critique ressemble à la plupart des autres qui m'ont été opposées. Toutefois, quoique l'Académie de Belgique m'ait fait l'honneur de voter l'impression immédiate de mon œuvre dans ses Mémoires in-4°, il s'écoulera pourtant un certain temps avant que je dispose d'exemplaires tirés à part, et mon silence d'ici là pourrait porter les lecteurs de nos *Comptes rendus* à croire que je me suis trouvé pris en défaut par la critique, tandis que c'est précisément le contraire qui est vrai et que c'est dans les critiques de mes travaux que j'ai puisé les arguments les plus puissants pour consolider ma propre œuvre de réfutation générale.

» M. Clausius, comme défenseur de la Cinétique, me reproche de n'avoir déterminé la vitesse d'écoulement des gaz qu'à l'aide de calculs fondés sur des hypothèses contestables. M. Hugoniot m'adresse le même reproche, plus celui d'avoir chiffré sur des orifices dont la section était déterminée d'une façon fautive. Je ferai remarquer à mon honorable critique qu'il ne m'a opposé absolument aucun fait et que tout l'ensemble de ses objections repose uniquement *sur des calculs*, faits à l'aide d'équations

---

Rapports de MM. les Commissaires examinateurs de ce Mémoire. Paris, Gauthier-Villars; 1886.

Recherches expérimentales sur la limite de la vitesse que prend un gaz quand il passe d'une pression à une autre plus faible. Paris, Gauthier-Villars; 1886.

([1]) 3e série, t. XI, n° 3; 1886.

dans lesquelles il entre autant d'hypothèses contestables qu'il s'y trouve de variables. Rien, absolument rien, ne légitime, par exemple, l'emploi de la formule

$$ms = \omega = \frac{H}{\rho V}$$

pour le calcul de la valeur de la section s multipliée par son coefficient de contraction m. Le coefficient des orifices à minces parois est, pour de faibles pressions, le même que pour l'eau que pour le plomb solide (Tresca). Pour l'eau, il reste sensiblement constant, même avec des pressions assez élevées. Il n'y a donc aucune raison pour admettre *a priori* qu'il soit, quant aux gaz, une fonction rapide de la pression. Mais je passe outre. Ce qui est évident, c'est que le coefficient, pour les orifices conicocylindriques, ne peut pas dépasser l'unité, dont il s'approche de très près pour les gaz aussi bien que pour l'eau. On ne peut donc commettre, en le déterminant par ma méthode, d'erreur dont il vaille la peine de parler. Avec un orifice bien fait, on a au moins $m = 0,985$; l'erreur (si erreur il y a) est donc limitée entre 1 et 0,985.

» Aux calculs de M. Hugoniot, j'oppose maintenant des faits. Pour mettre en usage les résultats de mes expériences, j'ai supposé qu'avec un orifice conicocylindrique, par exemple, le gaz, au moment où il y pénètre n'a encore éprouvé aucune détente et que, par conséquent, sa vitesse est alors nécessairement

$$V = \frac{W}{ms},$$

W étant le volume de gaz à P_0 et à t_0 débité par le gazomètre dans l'unité de temps, et ms étant la section effective.

» C'est cette vitesse minima que j'appellerai la vitesse expérimentale directe. Elle répond à celle que prendrait réellement un fluide non élastique de même densité que le gaz. Pour avoir ensuite la vitesse que prend le gaz quand il est tombé de la pression P_0 à la pression P_x, en se détendant graduellement dans la conduite cylindrique, j'ai admis qu'il ne perd ni ne reçoit de chaleur en route (ce qui finit par être exact quand l'écoulement dure assez longtemps), et j'ai admis que, par conséquent, il passe du volume W_0, débité dans l'unité de temps par le gazomètre, au volume que donne l'équation bien connue de Thermodynamique

$$\text{(A)} \qquad W_x = W_0 \left(\frac{P_0}{P_x}\right)^{\frac{c_v}{c_p}}.$$

» La vitesse au sortir du cylindre, là où la pression est devenue P_x, est alors nécessairement

$$V_x = V_0 \frac{W_x}{W_0}.$$

» Qu'un défenseur de la théorie cinétique rejette ce mode de calcul, cela se comprend, car le seul usage de l'équation (A) est la réfutation de cette doctrine : c'est ce que j'ai montré ailleurs; mais qu'un défenseur de la belle équation de Weisbach rejette aussi ce mode de calcul, c'est, je l'avoue, ce qu'on a peine à concevoir, car l'équation de Weisbach *repose* directement sur cette formule de la Thermodynamique. Il s'agit toutefois ici d'une question de fait, dans laquelle les plus beaux raisonnements n'ont pas droit de cité. Il s'agit en réalité de savoir si le gaz *se détend* ou non dans l'orifice même, pendant son écoulement, et s'il se détend de façon à passer du volume W_0 au volume $W_0\left(\frac{P_0}{P_x}\right)^\gamma$, P_x étant d'ailleurs considéré comme inconnu. Or, c'est à la solution de cette question que je suis parvenu de la façon la plus précise. Par un procédé que je décris dans mon nouveau travail, j'ai constaté :

» 1° Que la pression dans un tube cylindrique tombe graduellement de la pression P_0, qu'elle possède dans le réservoir de compression, à une pression P_x qui est *presque rigoureusement* celle du réservoir de raréfaction.

» 2° J'ai constaté de plus que, sur son trajet, le gaz éprouve un refroidissement intense. Sans avoir pu déterminer exactement cet abaissement de température, je suis pourtant autorisé à affirmer qu'il répond à une augmentation de volume *d'au moins* 1 à 5, la pression P_0 étant $0^m,75$ et la pression P_1 du réservoir de raréfaction étant $0^m,06$ (en mercure). La vitesse dite expérimentale étant de 200^m, la vitesse réelle de la veine, en quittant le tube, est au minimum $5^m \times 200^m = 1000^m$.

» M. Hugoniot se trompe donc absolument lorsqu'il affirme si catégoriquement que la vitesse, dans mes expériences, n'atteignait pas 315^m. Cette vitesse devait au contraire dépasser *de beaucoup* 1000^m, puisque la contre-pression au début était à peine de $0^m,01$, et les 4000^m que j'ai indiqués sont probablement fort près de la réalité.

» Je me permets d'ajouter que mon Mémoire aux *Annales de Chimie et de Physique* se termine par une discussion sévère à laquelle j'ai soumis moi-même les résultats de mes expériences, discussion sur laquelle M. Hugoniot semble ne pas s'être suffisamment arrêté et qui montre que ce n'est en

quelque sorte qu'à mon corps défendant que j'ai mis en doute la validité de la belle loi de Weisbach, dont je m'étais jusque-là servi avec la plus grande confiance.

» Je puis maintenant m'en référer à mon nouveau travail, qui, je l'espère, arrivera bientôt au jour. Ainsi que je l'ai dit, j'y ai posé quelques nouveaux arguments contre la théorie cinétique en général. Deux d'entre eux, on le verra, ont un caractère à la fois tellement élémentaire et tellement évident, qu'on peut se demander comment ils ont échappé à tant d'esprits sérieux qui ont acclamé la doctrine cinétique. Ainsi que je l'ai dit aussi, je me suis attaché à répondre nettement, quoique accessoirement, aux diverses critiques qui m'ont été adressées : à celles du moins qui en valent la peine, car toutes ne sont pas dans ce cas. »

CHIMIE. — *Identité d'origine de la fluorescence* Zβ *par renversement et des bandes obtenues dans le vide par* M. Crookes. Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« J'ai eu récemment l'honneur de décrire devant l'Académie ([1]) quelques expériences de fluorescence (des terres Zα et Zβ) qui comportaient encore, à la rigueur, deux explications différentes : je crois être en mesure de démontrer aujourd'hui que les bandes de Zβ, obtenues par renversement (solution chlorhydrique) ou dans le vide (sulfate anhydre) en présence d'un excès de chaux, sont dues à la même cause chimique que plusieurs des bandes anciennement attribuées à l'yttria par M. Crookes et maintenant considérées par ce savant comme caractéristiques d'un élément nouveau ou du corps déjà connu : le gadolinium ([2]).

» 1° *Les deux bandes vertes* 549 *et* 541 *n'appartiennent pas au gadolinium.*

» Afin de rendre les expériences tout à fait comparables, j'ai préparé des solutions titrées de chaux, d'yttria pure ([3]), enfin de ma meilleure terbine ([4]).

([1]) *Comptes rendus*, p. 1538; 28 juin 1886.

([2]) *Comptes rendus*, p. 646, 15 mars 1886, et la *Nature* anglaise du 17 juin 1886, p. 160 à 162.

([3]) Yttria ne donnant plus de fluorescence dans le vide, ou à peine une faible trace de la bande jaune.

([4]) Fournissant, par renversement, un magnifique spectre de Zβ et un *beaucoup* plus faible de Zα.

» Après m'être assuré que le sulfate anhydre de ma chaux ne donnait pas de bandes fluorescentes au vide, j'ai fait le mélange suivant :

	Parties.
Chaux	12957
Terbine	1
	12958

» Le résultat fut une belle fluorescence dans le vide, avec bande verte (Zβ) unique.

» Un second mélange contenait :

	Parties.
Chaux	10994
Gadoline (¹)	1
	10995

Soit, pour la même quantité de chaux, environ 18 pour 100 de gadoline de plus que de terbine. Le résultat fut nul au point de vue de la fluorescence.

» Il est à remarquer que ma terbine ne contient pas assez de gadoline pour donner trace appréciable du spectre électrique de Gd^2O^3, tandis que la gadoline produit très brillamment ce spectre caractéristique quand on soumet sa solution chlorhydrique à l'action de l'étincelle directe et ne donne, par renversement du courant induit, qu'un spectre fluorescent de Zβ très atténué. Ainsi, dans cet essai et dans les suivants, les quantités de gadoline réelle contenues dans la terbine employée étaient *incomparablement plus faibles* que celles que renfermait la gadoline de M. de Marignac.

» La gadoline n'est donc point la cause de la fluorescence de Zβ obtenue dans le vide au sein d'un excès de chaux. Cette fluorescence ne peut être attribuée qu'à la terre même qui donne par renversement un si brillant spectre de Zβ.

» On a fait ensuite le mélange :

	Parties.
Yttria purifiée	1145
Terbine	1
	1146

» Le résultat fut une assez belle fluorescence montrant, bien marquées, les deux bandes vertes, lesquelles occupent les positions (²) et

(¹) Préparée par M. de Marignac.

(²) Les positions approchées mesurées par M. Crookes sont : 540,6 et 549,5. J'ai trouvé environ 540,5 et 549,3.

conservent les rapports de largeur et d'intensité de l'ancien dessin de M. Crookes.

» Puis on essaya le mélange :

	Parties.
Yttria purifiée	1006
Gadoline	1
	1007

» Soit, pour la même quantité d'yttria, environ 13 pour 100 de gadoline de plus que de terbine.

» Ici, la fluorescence fut faible; on discernait cependant, au spectroscope, une trace des deux bandes vertes.

» La conclusion est que la gadoline ne produit pas les deux bandes vertes de M. Crookes et que ces bandes appartiennent à Zβ (qui semble jusqu'ici être identique avec la terbine). Si les deux bandes vertes se montrent encore très faiblement avec notre dernier mélange, c'est que la gadoline de M. de Marignac contient un léger reste de terbine, qui la colore en jaune pâle et lui permet de fournir, *par renversement*, un spectre atténué de Zβ.

» Comme contrôle et preuve supplémentaire, on prépara les deux mélanges suivants :

	Parties.		Parties.
Yttria purifiée	72	Yttria purifiée	47
Terbine	1	Gadoline	1
	73		48

» Soit, pour la même quantité d'yttria, environ 53 pour 100 de gadoline de plus que de terbine.

» Le mélange yttria-gadoline donne nettement, il est vrai, les deux bandes vertes, mais l'éclat en est *considérablement* plus faible que dans le mélange yttria-terbine. Même à la vue simple, on constate la très supérieure intensité de la fluorescence yttria-terbine.

» La structure de la bande verte et son intensité varient donc beaucoup avec la nature des corps solides employés en excès comme *dissolvants* de la matière active; mais cela n'a rien qui doive surprendre, et le fait s'accorde avec ce que M. Crookes lui-même a montré pour les mélanges de samarine et de divers oxydes métalliques (1);

» 2° *La bande* 619 *de l'ancienne fluorescence au vide de l'yttria, bande que M. Crookes considère maintenant comme caractéristique d'un nouvel élément,*

(1) *Comptes rendus*, p. 1381 à 1382; 2 juin 1885.

paraît bien avoir même cause chimique que la bande rouge de ma fluorescence Zβ de renversement.

» J'avais autrefois trouvé λ = 620,5 environ, pour le centre de la bande rouge de Zβ, obtenue par renversement; je trouve maintenant, en employant une terbine qui donne très brillamment toutes les handes de Zβ :

λ = 620,4 par renversement et solution chlorhydrique,
λ = 620,9 au vide et avec un excès de chaux,
λ = 618,6 au vide et avec un excès d'yttria purifiée.

» M. Crookes a obtenu 618,9.

» La difficulté de prendre le centre de bandes d'une certaine largeur et dont les deux bords se déplacent inégalement lorsque l'intensité varie, permet de considérer comme identiques les positions 618,6 et 618,9. D'ailleurs, il est probable que M. Crookes s'est trouvé dans les conditions de mon expérience, c'est-à-dire qu'il a eu entre les mains de la terbine noyée dans un excès d'yttria.

» Les valeurs 620,4 et 620,9, voisines entre elles, s'éloignent assez sensiblement des deux autres 618,6 et 618,9. Cela ne signifie cependant pas que la bande rouge appartienne à des corps actifs chimiquement différents, suivant qu'on l'observe au sein de la chaux ou en présence d'un excès d'yttria. Ces variations de position sont tout à fait analogues à ce qu'on voit avec la bande verte (simple ou double, suivant les cas), et à ce qu'on sait sur les spectres d'émission et d'absorption des substances solides; chaque changement de composition du milieu entraîne une altération de position et de structure des raies spectrales. Il ne faut pas oublier que les positions 620,9 et 618,6 ont été constatées par l'emploi d'*une seule et même matière active*, qui donne un éclatant spectre de Zβ par renversement. Enfin, je ferai remarquer que la chaux, qui développe tout le spectre de Zβ beaucoup plus que ne le fait l'yttria, fait subir aux bandes verte et rouge les moindres altérations de position ou de structure.

» Dans les mélanges ayant pour base un même corps solide pris en grand excès (chaux ou yttria), la bande rouge conserve une vigueur sensiblement proportionnelle à la quantité de terbine employée. Aussi, quand on se sert de gadoline, voit-on les bandes de Zβ se développer à peu près au *prorata* de la quantité de terbine contenue dans la gadoline et, par suite, à l'intensité du spectre de renversement Zβ que fournit cette gadoline.

» Il me paraît donc évident que la bande rouge 619 de l'ancien spectre

d'yttria de mon éminent contradicteur et ami est due à la même terre que ma bande de Zβ obtenue par renversement et que, par conséquent, cette bande ne caractérise point de nouvel élément; du moins, l'existence d'un tel corps nouveau ne pourrait être admise qu'à titre de scission de Zβ en plusieurs substances distinctes, ce qui aurait besoin d'être démontré et ce qui tomberait en dehors de la présente discussion, car la bande rouge n'en ferait pas moins partie du spectre de Zβ que j'ai toujours considéré comme concourant à la formation de la fluorescence anciennement attribuée à l'yttria.

» J'espère pouvoir soumettre prochainement à l'Académie la suite de ce travail. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉDECINE. — *Observations faites pendant l'épidémie cholérique de* 1885. Mémoire de M. **Ad. Guérard**, présenté par M. Marey.

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

« Ce travail est dû à l'ingénieur en chef des travaux du port de Marseille; il donne la marche de l'épidémie pendant les années 1884 et 1885 avec la courbe de la mortalité quotidienne. En outre, pour chaque jour, le nombre des décès est pointé sur des plans réduits de la ville. Enfin, sur un plan à grande échelle, sont marqués les décès qui se sont produits dans chaque quartier pendant toute la durée de chacune des épidémies.

» En passant en revue les influences qui paraissent avoir favorisé le développement du choléra dans certains quartiers, l'auteur fait observer que les plus éprouvés sont ceux où les eaux destinées aux usages domestiques sont fournies par une petite rivière, l'*Huveaune*, à laquelle on emprunte 75^{lit} par seconde, la prise se faisant en aval de localités où le choléra sévissait. L'auteur conclut à la nécessité de supprimer l'eau de cette provenance, afin de préserver la ville de Marseille de dangers ultérieurs.

» Une coïncidence remarquable peut être relevée entre l'apparition du choléra à Roquevaire (31 juillet), localité sise sur l'*Huveaune*, et l'aggravation de l'épidémie de Marseille; à cette date, la mortalité passe de quelques cas isolés à 20 décès par jour. Enfin, M. Guérard signale, au milieu d'août, une recrudescence soudaine de l'épidémie à Marseille, où le nombre des décès s'éleva de 20 à 63 pendant quelques jours. »

M. **Marey** ajoute :

« Qu'il me soit permis de rappeler que dans l'enquête générale sur le choléra de 1885, faite par une commission de l'Académie de Médecine dont j'étais le rapporteur, cette même rivière l'*Huveaune* s'est déjà signalée comme voie de transmission du choléra aux populations riveraines.

» L'aggravation passagère signalée au mois d'août par M. Guérard rappelle ce qui s'est produit dans certaines localités sous l'influence d'orages ou de grandes pluies qui augmentent la souillure des eaux. Or, dans l'épidémie de Roquevaire, un orage, dont la date n'est malheureusement pas mentionnée, a produit une recrudescence de l'épidémie. Il serait extrêmement important de savoir si l'orage de Roquevaire n'aurait pas eu lieu à la même date que la recrudescence du choléra à Marseille, ce qui achèverait de prouver l'influence des eaux de l'*Huveaune*.

» J'espère que notre savant Confrère M. Mascart pourra nous renseigner sur ce point ».

M. F. **Cyrille** propose d'employer comme engrais, pour les vignes attaquées par le Phylloxera, les feuilles et les pousses de l'*Eucalyptus globulus*.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera).

CORRESPONDANCE.

M. **Faye** donne lecture d'une dépêche que M. Perrotin a adressée à M. Bischoffsheim pour lui annoncer que le grand objectif de l'observatoire de Nice a été monté provisoirement le 8 juillet et a donné de bonnes images.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète* (259) *et de la comète Brooks* (*III*), *faites à l'observatoire de Nice* (*équatorial de Gautier*). Note de M. **Charlois**, présentée par M. Faye.

Dates. 1886.	Étoiles de comparaison.		Planète ou Comète — Étoile. Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de compar.
		(259).			
			m s	′ ″	
Juin 30......	*a*	Gould, 1813. H. XVII.	+0.13,64	— 3.57,0	5
Juillet 1......		»	—0.30,92	— 6.58,3	6
» 2......		»	—1.14,87	—10. 0,8	5
		Comète Brooks (III).			
Juin 30......	*b*	Anonyme.	—0.11,00	+ 2.44,4	6
Juillet 1......	*c*	Anonyme.	+0. 4,13	+ 3. 6,9	6

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1886.	Étoiles de comp.	Ascension droite moy. 1886,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1886,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Juin 30...	*a*	17.27.12,64	+2,86	—23. 9. 7,9	+7,0	Gould, vol. VIII.
Juillet 1...	*a*	»	+2,87	»	+6,9	Id.
» 2...	*a*	»	+2,87	»	+6,9	Id.
Juin 30...	*b*	13.10. 0,54	+1,61	—14.38.24,4	—8,5	Santini, n° 1225 (4 comp.).
Juillet 1...	*c*	13.12.27,39	+1,62	—15.13.11,9	—8,5	Santini, n° 1333 (4 comp.).

Positions apparentes de la planète et de la comète.

Dates. 1886.	Temps moyen de Nice.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
		(259).			
	h m s	h m s		° ′ ″	
Juin 30....	11.42.57	17.27.29,14	$\bar{1}$,017	—23.12.57,9	0,910
Juillet 1....	10.34.36	17.26.44,59	$\bar{2}$,412$_n$	—23.15.59,3	0,913
» 2....	9.36.47	17.26. 0,64	$\bar{1}$,125$_n$	—23.19. 1,8	0,908
		Comète Brooks (III).			
Juin 30....	9.39. 7	13. 9.51,15	$\bar{1}$,507	—14.35.48,5	0,849
Juillet 1....	9.45.40	13.12.33,14	$\bar{1}$,522	—15.10.13,5	0,849

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète* (259) *(Peters), faites à l'observatoire de Paris (équatorial coudé)*; par M. L. **Fabry**. Communiquées par M. Mouchez.

Dates. 1886.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Planète — ⋆. Æ.	Planète — ⋆. Déclinaison.	Nombre de compar.
			m s	′ ″	
Juill. 5.....	*a* 31814 Lalande.	8	−0.37,46	+5.17,6	15:10
6....	*b* Id.	8	−1.15,31	+2.29,5	15:12

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1886.	Étoiles de comp.	Ascension droite moy. 1886,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1886,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Juill. 5....	*a*	17.24.16,50	+2,89	−23.34. 8,8	+6,6	2 obs. mér. Paris.
6....	*b*	»	+2,89	»	+6,6	Id.

Positions apparentes de la planète.

Dates. 1886.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Juill. 5...	12.35.24	17.23.41,93	$\bar{1}$,350	−23.28.44,6	0,907
6...	10.17.42	17.23. 4,08	$\bar{2}$,056$_n$	−23.31.32,7	0,925

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations solaires du premier semestre de l'année* 1886. Note de M. **Tacchini**.

« J'ai l'honneur d'envoyer à l'Académie le résumé des observations solaires faites pendant la première moitié de l'année 1886.

» Pour les taches et les facules, le nombre de jours d'observations a été de 139 : savoir 19 en janvier, 20 en février, 23 en mars, 23 en août, 26 en mai, et 28 en juin.

1886.	Fréquence relative des taches.	Fréquence des jours sans taches.	Grandeur relative des taches.	Grandeur relative des facules.	Nombre des groupes des taches par jour.
Janvier......	8,84	0,21	60,42	47,63	2,00
Février......	6,30	0,10	29,00	32,10	1,70
Mars........	14,39	0,00	84,78	43,91	3,87
Avril........	8,13	0,09	51,91	41,32	3,00
Mai.........	6,50	0,19	52,77	37,81	1,92
Juin.........	7,14	0,09	25,22	37,14	2,32

» En comparant ces résultats aux nombres insérés dans ma Note précédente (11 janvier, *Comptes rendus*, n° 2), on peut facilement reconnaître une diminution progressive dans le phénomène des taches solaires. En raison de la diminution des phénomènes, on a eu une fréquence plus grande des jours sans taches, et la période de la demi-rotation solaire a été manifeste surtout dans le second trimestre; en effet, vers le milieu de chaque mois le Soleil s'est montré sans taches pendant plusieurs jours. On doit faire remarquer le minimum secondaire du mois de février, suivi du maximum secondaire bien prononcé du mois de mars.

» Le 8 mai, un magnifique groupe de taches était visible dans l'hémisphère boréal à 12° de latitude; il s'étendait à 4',3 parallèlement à l'équateur solaire, et, tandis qu'il avait trente-quatre noyaux, il n'y en avait pas un seul qui indiquât le moindre indice d'un mouvement tourbillonnaire.

» Voici les résultats des observations sur les protubérances :

1886.	Nombre de jours d'observation.	Protubérances.		
		Nombre moyen.	Hauteur moyenne.	Extension moyenne.
Janvier	14	8,4	44",7	2°,2
Février	14	6,9	42,1	2,2
Mars	20	6,1	44,3	1,7
Avril	11	7,5	45,2	2,0
Mai	25	6,4	47,7	2,6
Juin	26	6,7	45,9	1,9

» Les protubérances solaires présentent donc une diminution assez forte dans le premier semestre de l'année courante, et les variations constatées pour les taches ne s'accordent pas avec les nombres moyens des protubérances qui, au contraire, ont varié très peu d'un mois à l'autre. Il n'y a donc pas de liaison intime entre les deux phénomènes; en effet, très souvent autour des taches il n'y a pas de protubérances, tandis que les protubérances métalliques ou éruptions solaires plus remarquables se transforment avec les taches, comme l'éruption du 10 mars, qui s'élève à une hauteur de près de 3'. Cette protubérance a été la plus grande qui ait été observée pendant le semestre, tandis qu'en mars les phénomènes chromosphériques ont été les moins nombreux de la série. »

SYSTÈME MÉTRIQUE. — *Sur la toise du Pérou.* Lettre de M. **Fœrster** à M. Wolf.

« Le Mémoire de M. C.-F.-W. Peters sur les étalons de la toise, publié par la Commission allemande des Poids et Mesures, a été l'objet d'une Communication très intéressante adressée de votre part à l'Académie (voir *Comptes rendus*, séance du 15 mars 1886, n° 11).

» Au nom de M. Peters, et comme auteur de la Préface qui précède son Mémoire dans les publications de la Commission, mais qui manque dans les exemplaires tirés à part pour M. Peters et envoyés par lui aux savants étrangers, je me permets de vous présenter quelques observations sur les vues générales qui ont guidé les recherches de M. Peters et qui, il me semble, ont été méconnues dans votre critique.

» Dans le travail de M. Peters, il s'agissait essentiellement de contribuer à une entente qui, très prochainement, sera nécessaire pour joindre définitivement entre eux et avec les bases internationales du système métrique tous les résultats scientifiques qui, depuis le commencement de ce siècle, ont été acquis, en employant pour les mesures linéaires des copies directes ou dérivées de la toise du Pérou.

» Il est évident qu'un travail qui poursuivait un tel but ne pouvait pas laisser de côté la question : Quel avait été l'état de la toise du Pérou, à l'époque où la plupart et les plus importantes des copies en ont été prises; ni l'autre question de savoir si la continuité entre cet état du passé et l'état actuel de la toise du Pérou peut être regardée comme suffisamment assurée.

» En ce sens, M. Peters a cru devoir rappeler l'histoire de la conservation de la toise du Pérou et de la toise du Nord avant et après l'époque de la dernière émanation de copies. Pour ce résumé historique, il a utilisé les documents publiés et les correspondances inédites se trouvant entre ses mains, en consultant et en mentionnant dûment vos mémorables recherches sur le même sujet.

» A l'égard des incertitudes et des doutes provenant de la discontinuité des soins qu'on a donnés à la conservation de ces célèbres étalons, M. Peters s'est abstenu de toute exagération; il a même passé sous silence quelques plaintes très amères contenues dans les correspondances inédites de savants français avec leurs collègues allemands. D'ailleurs, il est bien

entendu dans le monde scientifique qu'il serait très injuste de vouloir rendre responsable les savants français eux-mêmes des vicissitudes que la conservation de ces étalons a éprouvées pendant un temps aussi considérable, qui renferme de nombreux changements des institutions publiques et scientifiques.

» Quant au doute qu'on nourrissait encore sur l'authenticité de l'étalon, qui à présent est regardé comme identique avec la toise du Pérou, nous devons déclarer que le document espagnol, récemment tombé entre vos mains et cité dans votre Communication du 15 mars, nous paraît tellement important, et en même temps tellement caractéristique du peu de précision qu'on apportait, dans le passé, à la description de tels étalons, que nous croyons, avec vous, devoir laisser tomber désormais toute défiance provenant d'un désaccord entre les dimensions secondaires d'un ancien étalon et l'indication approximative de ces dimensions qu'on en a donnée dans la description.

» Vos autres explications détaillées sur l'état actuel dudit étalon contribuent également beaucoup à élucider la situation. D'après ces explications, il sera d'un grand intérêt, pour la jonction définitive des grandes opérations géodésiques françaises de la première moitié du XVIIIe siècle aux travaux actuels et au système métrique, de comparer directement avec le mètre international la longueur définie par la distance entre les centres des deux points délimitatifs de la toise du Pérou.

» Certainement vous avez raison de déclarer qu'il serait « illusoire et » contraire au véritable esprit scientifique de vouloir déterminer la lon- » gueur de la toise avec une approximation supérieure à celle qui a pu » être obtenue dans les mesures primitives où cette toise a été employée ».

» Mais les recherches de M. Peters ne touchent pas à ces anciens travaux; elles se sont occupées principalement de la discussion des travaux modernes dans lesquels les copies de la toise ont été employées et comparées entre elles avec une précision de beaucoup supérieure aux mesures du siècle passé. La détermination des relations métrologiques entre les résultats de ces travaux modernes et les autres résultats modernes fondés sur le système métrique est du moins aussi importante que la comparaison métrologique des anciens travaux avec les modernes.

» Les discussions indispensables de M. Peters sur les incertitudes de l'étalonnement de ces copies d'après les faces des entailles de la toise du Pérou ayant été pleinement confirmées par vos Communications importantes sur l'imperfection de cet étalon comme étalon à bout, la voie à suivre

pour joindre l'ensemble desdites copies avec le système métrique est à présent clairement indiquée en parfait accord avec les conclusions du Mémoire de M. Peters et de la Préface dont je me permets d'ajouter un exemplaire pour vous.

» Il s'agira simplement de comparer avec le mètre international celles des copies modernes de la toise qui, d'après leurs comparaisons entre elles, seront reconnues comme les meilleurs représentants de l'époque moderne de l'ancien système. Moyennant cette opération et la comparaison de la distance des points délimitatifs de la toise du Pérou avec le mètre international, on gagnera en même temps une nouvelle jonction de l'ensemble de ces copies à la véritable base des anciens travaux géodésiques. »

M. **Wolf**, après la lecture de la lettre de M. Fœrster, ajoute les réflexions suivantes :

« La lettre que j'ai le très grand plaisir de communiquer à l'Académie met fin, de la façon la plus heureuse et la plus honorable pour tous, au débat qui s'était élevé entre mes savants Collègues de Berlin et moi, au sujet de la toise du Pérou. Je remercie vivement M. Fœrster de sa courtoise déclaration, qui rend inutile l'arbitrage de la Commission dont j'avais demandé la nomination à l'Académie.

» L'authenticité de notre toise du Pérou est désormais hors de conteste. Mais il reste, comme le dit M. Fœrster, un point important à décider. J'ai fait remarquer, dans ma Note du 15 mars dernier, que la vraie longueur de la toise du Pérou, celle qui a servi d'unité dans la mesure de l'arc de l'équateur, est la distance des deux gros points dont est marquée notre règle de fer, tandis que depuis 1756, et particulièrement dans la détermination de la longueur du mètre, on a pris pour longueur de la toise la distance des faces extrêmes. Il importe de savoir exactement quelle erreur a pu résulter de cette différence du mode d'emploi de la règle. Des expériences préliminaires m'ont montré que la différence de ces deux longueurs atteint $0^{mm},11$ environ, si bien que la longueur de l'arc du Pérou, évaluée jusqu'ici à $176\,875^T,5$, devrait être réduite à $176\,865^T,5$.

» Je me joins à M. Fœrster pour demander que des déterminations précises soient faites de la valeur en mètres des deux longueurs de la toise, afin que désormais toutes les mesures géodésiques, anciennes et nouvelles, puissent être ramenées à la même unité, le mètre international. »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur les expériences de M.* G.-A. Hirn ([1]) *concernant le débit des gaz à travers les orifices.* Note de M. **Parenty**, présentée par M. Maurice Lévy.

« Au moment où, dans une Note du 5 avril sur un compteur de vapeur et fluides à hautes pressions, je basais le jaugeage des fluides sur l'approximation d'une formule abrégée du débit à travers les orifices

$$(A) \qquad W_A = m_0 m_1 S \sqrt{2g \frac{p_0 - p_1}{\Delta_0}},$$

attribuant aux gaz la densité Δ_0 constante des fluides incompressibles, M. Hirn déduisait, des résultats empiriques d'une étude magistrale, l'inexactitude de la formule complète et rationnelle de Zeuner et Weisbach

$$(B) \quad W_B = m_0 m_1 S \left(\frac{p_1}{p_0}\right)^{\frac{c_v}{c_p}} \sqrt{2g E c_p 272,85(1 + a t_0) \left[1 - \left(\frac{p_1}{p_0}\right)^{1-\frac{c_v}{c_p}} \right]}.$$

» Le but de cette Note est : 1° d'établir l'exactitude pratique de la formule (A) dans les bornes restreintes de la graduation du compteur de vapeur; 2° de montrer que la limite de vitesse des molécules gazeuses indiquée par la formule de Zeuner et la théorie dite *cinétique* peut réellement exister, et qu'elle semble avoir été atteinte dans les expériences de M. Hirn qui permettent dès lors d'en déterminer la valeur numérique à diverses températures. M. Hugoniot ([2]) a récemment établi la conformité des expériences de M. Hirn avec la formule de Zeuner et montré que dans ces expériences la vitesse n'avait pas dépassé 315^m.

» 1. Le Tableau suivant contient la comparaison des deux formules (A) et (B) avec les résultats E de l'expérience première, dans laquelle un gaz parfait s'échappe d'un *réservoir* à pression et à température constantes $p_0 = 10^m, 202. t_0^0 = 6^o, 75$ et pénètre à travers un orifice en minces parois de $0^{mq}, 00002552$ de section réelle dans un *récipient* graduellement raréfié. Il montre l'exactitude pratique de la formule abrégée (A) pour les cent divisions de mon compteur et pour les pertes de charges inférieures à $3^m, 15$

([1]) *Annales de Chimie et de Physique,* 6e série, t. VII; mars 1886.
([2]) *Comptes rendus,* 26 juin 1886.

d'eau évaluées par cet appareil. L'approximation sera d'ailleurs augmentée dans l'étude des hautes pressions donnant une moindre valeur au rapport $\frac{p_0 - p_1}{p_0} = \frac{3^m,15}{p_0}$, pressions pour lesquelles l'appareil a été construit :

p_1	10,0039	9,5593	9,2004	8,8891	8,2636	7,5023
$\sqrt{p_0 - p_1}$..........	0,44	0,81	1,00	1,14	1,39	1,64
Degrés du compteur.	25°,8	45°,6	56°,3	64°,2	78°,4	92°,4
W_A...............	0^{mc},000425	0,000782	0,000965	0,001110	0,001341	0,001582
W_E...............	0^{mc},000425	0,000788	0,000953	0,001120	0,001301	0,001584
W_B...............	0^{mc},000441	0,000775	0,000949	0,001066	0,001249	0,001396

» 2. L'hypothèse d'une limite imposée à la vitesse des molécules gazeuses dans le vide entraîne immédiatement celle d'une contrepression limite du fluide à la section contractée. Tout obstacle apporté à la libre sortie du gaz détermine une compression relative. Il s'établit, à l'aval de l'orifice et dans le vide même du récipient, une atmosphère gazeuse dont la tension cesse de varier quand même on pousse le vide jusqu'au zéro absolu, et l'indication du manomètre placé sur le récipient ne donne en rien, à partir de la limite, la pression réelle du fluide à la section contractée. La formule de Zeuner qui, par l'existence de son maximum positif, fait pressentir cette limite pour une valeur de p_1 différente de zéro, $p_1 = 0,526 p_0$, s'écarte des expériences de M. Hirn, parce que le coefficient m_0, m_1, supposé invariable, va croissant avec la raréfaction. La veine conique convergente s'enfle progressivement dans le vide progressif. En même temps, la section contractée augmente en se rapprochant de la tranche de l'orifice, avec laquelle elle se confond à la limite. S'il en est ainsi, la formule de Zeuner doit être expérimentalement vérifiée jusqu'au maximum : pour les orifices en minces parois, en faisant converger le coefficient $m_0 m_1 = 0,636$ vers l'unité; pour les orifices coniques, en conservant purement et simplement le coefficient 0,985 voisin de l'unité. C'est ce qui a lieu. Enfin, si l'on admet la vitesse et par suite la contrepression limite, les deux pressions agissant sur l'orifice, P_0 et P_1, devenant constantes et invariables, le débit *en masse* deviendra constant et invariable. Cette constance et invariabilité du débit est observée dans toutes les expériences de M. Hirn, à partir de la limite. Elle est réelle et non pas approximative et apparente, comme il propose de l'admettre. Quant aux valeurs décroissantes de ce débit fournies par l'équation de Zeuner à partir du maximum, elles sont inadmissibles. Si l'existence d'une vitesse limite justifie la stabilité du débit *en masse*, rien ne saurait expliquer sa décrois-

sance. Dès lors, dans la courbe $x = (p_0 - p_1)y = w$, la branche descendant du maximum jusqu'à zéro quand le vide s'accroît est parasite et doit être remplacée par sa tangente horizontale, ce qui l'identifie d'ailleurs à la courbe expérimentale. Avec ces réserves, la formule de Zeuner est vérifiée par les expériences de M. Hirn.

» Au moment du maximum le jet à l'orifice possède exactement la vitesse limite. La même masse gazeuse est dès lors représentée d'une part, dans le réservoir, par le débit limite invariable ($w_0 = 0{,}00207155$ pour notre exemple), d'autre part, dans le récipient, par un cylindre ayant pour base la section réelle et pour hauteur la vitesse limite, et cela à la pression limite. Les équations adiabatiques permettent de tirer de là une valeur numérique de la vitesse limite V_l et de la température correspondante t_l

$$(1) \qquad \frac{w_0 P_0}{1 + at_0} = \frac{(V_l S) P_l}{1 + at_l},$$

$$(2) \qquad \left(\frac{P_l}{P_0}\right)^{1 - \frac{c_v}{c_p}} = \frac{1 + at_l}{1 + at_0}.$$

» Cette vitesse limite est pour toutes les expériences de M. Hirn voisine de 315^m à une température voisine de $-55°$. La théorie dite *cinétique* fournit une vitesse de 485^m à $0°$. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Nouveau mode de construction de l'hélice.* Note de M. **Trouvé**, présentée par M. Lippmann.

« Je poursuis depuis plusieurs années l'étude de l'application de l'électricité à la propulsion des embarcations. Je me réserve d'exposer dans une Communication ultérieure les résultats obtenus et de faire ressortir les avantages que présente ce système dans un grand nombre de cas; je désire aujourd'hui porter à la connaissance de l'Académie les conclusions auxquelles m'ont amené mes expériences sur le fonctionnement de l'hélice, ainsi qu'un nouveau mode de construction de ce propulseur.

» Mon moteur, qui, avec un poids et un volume minimes, arrive à développer une très grande puissance [1], donne son maximum de rendement avec une vitesse de plusieurs milliers de tours par minute. On se trouve donc dans des conditions très différentes de celles que présentent les mo-

---

[1] D'un poids de 15^{kg}, il développe une puissance de 75^{kgm} par seconde.

teurs à vapeur, lesquels, à cause de l'inertie des pièces oscillantes et de la résistance limitée de certains organes, ne peuvent dépasser pratiquement une vitesse assez faible.

» Au lieu de réduire par le mode de transmission la vitesse du moteur, il m'a paru plus avantageux de conserver à l'hélice une très grande vitesse de rotation. On sait avec quelle rapidité augmente la résistance de l'eau, à mesure que la vitesse du corps qui s'y meut s'accroît; on doit donc se rapprocher ainsi des conditions qu'offre une vis prenant son point d'appui sur un écrou solide, obtenir une diminution du recul de l'hélice et réduire la perte de force vive résultant du tourbillonnement de la masse d'eau mise en mouvement.

» Cette grande vitesse oblige à réduire considérablement le pas de l'hélice, condition également favorable; car la résultante des forces dues à l'inertie de l'eau, agissant sur chaque élément de la surface des ailes, se rapproche de la direction de l'axe, direction dans laquelle doit s'exercer l'effet utile.

» Il en résulte aussi pour l'eau une moindre tendance à prendre un mouvement de rotation qui fait naître un effort centrifuge la forçant à s'échapper par le pourtour de l'hélice, ce qui, comme on le sait, est une cause de trépidations et de perte de force vive.

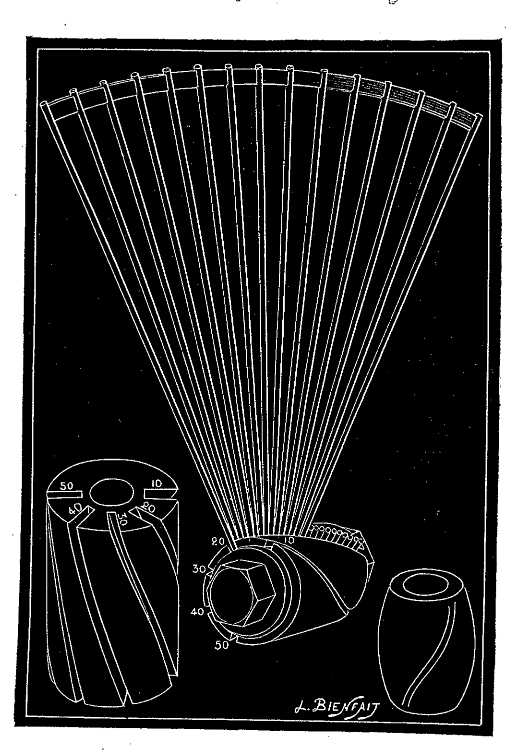
» L'expérience a confirmé cette manière de voir, et, en portant jusqu'à 2400 tours par minute la vitesse de rotation, le rendement de l'hélice a augmenté dans une proportion très notable, en même temps que l'on voyait diminuer le bouillonnement de l'eau à l'arrière, les trépidations cesser et le mouvement prendre une régularité et une douceur parfaites. Ces expériences ayant nécessité l'essai d'un très grand nombre d'hélices de forme et de pas variables, j'ai été conduit à imaginer un mode de construction beaucoup plus simple que ceux qui sont en usage. La confection du moule d'une hélice est, en effet, une opération exigeant des connaissances géométriques assez étendues, car il s'agit de faire l'épure des ailes, de développer et de rabattre un nombre assez grand de sections cylindriques concentriques de ces ailes, de découper des gabarits qui, cintrés ensuite, permettent de tailler dans un moule en bois les courbes de ces sections, courbes que l'on réunit ensuite par des surfaces où le sentiment de la continuité et, par suite, l'habileté de l'ouvrier jouent un grand rôle. Il en résulte que ces pièces ne peuvent être exécutées que par un petit nombre d'hommes spéciaux, et que le prix de revient en est élevé.

» Le nouveau mode de construction présente, au contraire, une sim-

plicité telle que tout ouvrier peut confectionner un modèle d'hélice.

» Voici en quoi il consiste :

» Dans un cylindre d'un diamètre égal au moyeu de l'hélice, je pratique une rainure hélicoïdale, opération que le tour à engrenages réalise mécaniquement avec une régularité parfaite. Je prends ensuite une série de tiges métalliques d'un diamètre égal à la largeur de la rainure, et j'im-



plante l'extrémité de ces tiges dans la rainure, perpendiculairement à l'axe du cylindre, en les pressant fortement l'une contre l'autre, de façon à assurer le contact. On réalise ainsi matériellement, avec la plus grande facilité, la formation d'un hélicoïde de pas déterminé. Il ne reste plus qu'à réunir les extrémités des tiges au moyen d'une feuille de métal mince, à laquelle on les soude pour fixer leur position, à souder également entre elles les extrémités encastrées, puis à remplir l'intervalle des tiges au moyen d'un métal facilement fusible. J'obtiens ainsi deux surfaces auxquelles viennent affleurer les tiges, surfaces qui se confondent sensiblement avec l'hélicoïde géométrique ayant rigoureusement le pas qu'on s'est donné.

» Je puis, du reste, réaliser parfaitement la surface hélicoïdale géométrique en faisant coïncider l'un des angles de l'outil avec la trace de cette surface sur le cylindre.

» On découpe à volonté, si on le désire, des ailes courbes sur la surface ainsi formée, et l'on renforce la face qui n'est pas destinée à agir au moyen d'une matière plastique. On obtient ainsi sans difficulté et à peu de frais un moule au moyen duquel on peut fondre des hélices parfaitement régulières et de pas bien déterminé.

» Comme ce moule est en matière indéformable, dépourvu de son noyau, il restera comme étalon pour vérifier soit les produits de la fonte, soit les hélices qui, ayant déjà travaillé, auraient été faussées.

» L'hélice à pas variable, si compliquée et si difficile à réaliser, s'exécute avec la même facilité.

» Ce mode de formation peut aussi rendre des services à l'enseignement, en permettant de rendre tangible la génération de l'hélicoïde, surface compliquée dont les épures ou dessins permettent difficilement de comprendre la forme et les propriétés. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur une condition physiologique influençant les mesures photométriques*. Note de M. **Aug. Charpentier**.

« On sait déjà que la comparaison de deux lumières de différentes teintes donne des résultats variables suivant l'intensité absolue de ces deux lumières; les teintes les plus réfrangibles paraissent *relativement* plus intenses que les teintes les moins réfrangibles quand l'intensité absolue est affaiblie, et inversement. Voici un autre phénomène qui se produit en sens contraire et qui peut dans certaines conditions contrebalancer l'influence du premier.

» Considérons deux sources lumineuses, l'une rouge et l'autre verte pour fixer les idées; par un réglage convenable de leur distance amenons-les à former sur l'écran d'un photomètre deux plages lumineuses d'égale intensité. Cette égalité apparente ne se produira que pour une certaine dimension des deux plages lumineuses et pour une certaine distance de l'écran à l'œil. Les deux surfaces comparées sont-elles rendues plus grandes, c'est la verte qui paraîtra la plus intense; vient-on à diminuer leur étendue, c'est la rouge qui l'emportera.

» De même, si l'on se rapproche de l'écran de manière à avoir des

images rétiniennes plus grandes, la surface verte semblera la plus éclairée; c'est la rouge qui reprendra l'avantage si l'on s'éloigne.

» L'expérience répétée avec différentes couleurs donne toujours ce résultat, que pour une image rétinienne plus petite les couleurs les moins réfrangibles paraissent *relativement* les plus intenses, et pour une image rétinienne plus grande, ce sont les couleurs les plus voisines de l'extrémité bleu violet du spectre qui l'emportent en intensité relative. L'éloignement de l'œil ou le rapetissement de l'objet équivalent donc à une diminution d'intensité de la lumière considérée, mais à une diminution inégale suivant la nature de cette dernière : la diminution est plus lente pour les couleurs les moins réfrangibles.

» Ces faits sont en rapport avec les suivants : j'ai constaté pour le minimum perceptible comme lumière les mêmes variations, sous l'influence de l'étendue rétinienne excitée, que celles dont j'ai parlé précédemment concernant le minimum perceptible comme couleur. Dans une Note du 11 janvier 1881, je disais que, si l'on déterminait le minimum chromatique correspondant à des images rétiniennes de plus en plus petites, ce minimum augmentait de plus en plus, mais inégalement; il augmentait plus vite pour le bleu que pour le vert, pour le vert que pour le rouge. Deux ans après, j'ai repris et confirmé ces expériences en y faisant rentrer le jaune spectral (raie D), et j'ai vu que cette couleur prenait place entre le rouge et le vert.

» Je viens de trouver que les mêmes faits se reproduisent pour le minimum perceptible comme lumière, c'est-à-dire que pour toute lumière simple le minimum perceptible augmente lorsque diminue la surface rétinienne excitée, mais que cette augmentation est d'autant moins rapide (l'intensité lumineuse baisse d'autant plus lentement) que la lumière considérée est moins réfrangible.

» Ces phénomènes sont surtout marqués quand l'image rétinienne n'a pas une étendue supérieure à celle de la *fovea centralis* (environ deux dixièmes de millimètre de diamètre). »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de formation de l'acide sélénhydrique.* Note de M. Ch. Fabre, présentée par M. Berthelot.

« I. 1. L'acide sélénhydrique est nettement décomposé par certains corps; j'ai étudié surtout les réactions qui donnent comme produit de cette décomposition le sélénium appartenant à la variété *vitreuse*.

» 2. Le perchlorure de fer dissous, agissant sur l'acide sélénhydrique, donne immédiatement un précipité de sélénium, et la liqueur renferme une quantité équivalente de protochlorure de fer; la réaction s'effectue à la température ordinaire, aussi bien avec l'acide dissous qu'avec l'acide gazeux; elle se prête aisément aux mesures calorimétriques.

» Trois expériences ont été faites en traitant de $1^{gr},153$ à $3^{gr},275$ de gaz sélénhydrique dans une fiole calorimétrique, par une dissolution de perchlorure de fer ($1^{\text{éq}} = 4^{\text{lit}}$). J'ai obtenu par équivalent, vers 15°,

$+20^{Cal},87$, $+21^{Cal},10$, $+21^{Cal},18$, Moyenne... $+21^{Cal},05$

» J'ai fait trois expériences en traitant une dissolution d'acide sélénhydrique par la même dissolution de perchlorure de fer; en opérant sur des quantités d'acide sélénhydrique dissous variant de $0^{gr},410$ à $0^{gr},511$; j'ai obtenu vers 14°, par équivalent,

$+16^{Cal},37$, $+16^{Cal},30$, $+16^{Cal},15$, Moyenne	$+16^{Cal},27$
Il faut ajouter à ce nombre la chaleur de dissolution de l'acide sélénhydrique	$+4^{Cal},63$
Soit.....................	$+20^{Cal},90$

» La moyenne de ces deux séries de déterminations est $+20^{Cal},97$; nous en déduirons la chaleur de formation de l'acide sélénhydrique à partir de ses éléments.

Premier cycle.

H gaz + Se vitreux = HSe gaz, dégage..........................	x
2Fe sol. + Cl^3 gaz + eau = Fe^2Cl^3 dissous......................	$+127^{Cal},70$
HSe gaz + Fe^2Cl^3 dissous = Se vitreux + Fe^2Cl^2 dissous + HCl.....	$+20^{Cal},97$
Somme...............	$x+148^{Cal},67$

Deuxième cycle.

Fe^2 sol. + Cl^2 gaz + eau = Fe^2Cl^2 dissous	$+100^{Cal},00$
H gaz + Cl gaz + eau = HCl dissous..........................	$+39^{Cal},30$
Somme...............	$+139^{Cal},30$

d'où

$$x = 139^{Cal},30 - 148^{Cal},67 = -9^{Cal},37.$$

» II. L'eau oxygénée décompose immédiatement l'acide sélénhydrique; il se forme de l'eau et du sélénium, ce dernier corps étant à l'état amorphe, transformable vers 100° en sélénium métallique, comme je l'ai vérifié. On sait au contraire que, sous l'influence de l'oxygène humide, il se forme, par la décomposition de l'acide sélénhydrique, du sélénium métallique.

» Trois expériences ont été faites en opérant sur des poids d'acide sélénhydrique gazeux variant de $0^{gr},913$ à $1^{gr},736$; l'eau oxygénée était fortement diluée (environ $\frac{1}{15}$ d'équivalent par litre); j'ai obtenu, à la température de $15°$,

$$+61^{Cal},12, \quad +61^{Cal},51 \quad +61^{Cal},23, \qquad \text{Moyenne......} \quad +61^{Cal},29.$$

» La chaleur de formation de l'acide sélénhydrique, à partir de ses éléments, s'obtiendra comme il suit :

Premier cycle.

H gaz + Se vitreux = H Se gaz dégage....................	x
H gaz + O^2 gaz = HO^2 dissous..........................	$+17^{Cal},00$
HO^2 dissous + H Se gaz = H^2O^2 liquide + Se vitreux........	$+61^{Cal},29$
Somme...........	$x+78^{Cal},29$

Deuxième cycle.

H^2 gaz + O^2 gaz = H^2O^2 liquide..........................	$+69^{Cal},00$

d'où

$$x = 69^{Cal},00 - 78^{Cal},29 = -9^{Cal},29.$$

» III. Un troisième moyen de mesurer cette chaleur de formation est donné par l'action de l'acide sélénhydrique sur la dissolution d'acide sélénieux ; la réaction peut s'exprimer par l'égalité

$$2\,HSe + SeO^2 = H^2O^2 + 3\,Se.$$

» On obtient, aussi bien avec l'acide sélénhydrique gazeux qu'avec l'acide dissous, des flocons rouges de sélénium amorphe se transformant, vers $100°$, en sélénium métallique : ce corps se précipite donc ici dans un état appartenant à la première variété.

» J'ai effectué les mesures en faisant passer un courant d'acide sélénhydrique gazeux dans une dissolution d'acide sélénieux ($1^{éq} = 10^{lit}$) contenue dans la fiole calorimétrique de M. Berthelot. Trois expériences faites vers $15°$, sur des poids variant de $1^{gr},153$ à $3^{gr},275$, ont donné par équivalent d'acide sélénhydrique

$$+30^{Cal},37, \quad +30^{Cal},00, \quad +29^{Cal},90 \qquad \text{Moyenne,} \ +30^{Cal},09,$$

soit $60^{Cal},18$ pour $H^2Se^2 = 80^{gr},8$.

» Les deux cycles suivants nous donnent la chaleur de formation de l'acide sélénhydrique à partir de ses éléments.

Premier cycle.

H^2 gaz + Se^2 vitreux = H^2Se^2 gaz dégagé	x^{Cal}
Se vitreux + O^2 gaz + HO liquide = SeO^2 dissous	+28,16
2HSe gaz + SeO^2 dissous = H^2O^2 liquide + 3Se vitreux	+60,18
Somme	x + 88,34

Deuxième cycle.

H^2 gaz + O^2 gaz = H^2O^2 liquide	+69,00

d'où

$$x = 69^{Cal} - 88^{Cal},34 = -19^{Cal},34;$$

soit

$$-9^{Cal},67 \text{ pour HSe} = 40^{gr},4.$$

» IV. Les trois méthodes décrites plus haut nous donnent les trois nombres

$$\begin{array}{c} {}^{Cal} \\ -9,37 \\ -9,29 \\ -9,67. \end{array}$$

Nous adopterons la moyenne, soit $-9^{Cal},44$, pour la chaleur de formation de l'acide sélénhydrique gazeux, à partir de l'hydrogène gazeux et du sélénium amorphe (répondant à l'état vitreux)

H gaz + Se amorphe (vitreux) = HSe gaz .... $-9^{Cal},44$

» On a encore, d'après mes expériences sur la transformation des deux variétés de sélénium,

H gaz + Se métallique = HSe gaz .... $-6^{Cal},61$. »

CRISTALLOGRAPHIE CHIMIQUE. — *Sur une nouvelle espèce d'asparagine.* Note de M. A. **Piutti**, présentée par M. Pasteur.

« L'asparagine ordinaire en dissolution aqueuse est lévogyre. Les cristaux de cette substance présentent une face hémièdre à gauche.

» En 1835, M. Miller (*Phil. Mag.*, 3e série, t. IV, p. 105; *Pogg. Ann.*, t. XXXVI, p. 477) détermina les indices de réfraction et les constantes cristallographiques de l'asparagine. Il mentionne notamment la forme $b^{\frac{1}{2}}$ qui, d'après le texte et la projection stéréographique, est une forme holoédrique. En 1851, M. Pasteur remarqua que la forme octaédrique n'apparaissait que comme hémiédrie de gauche. Il déduisit de ce fait qu'il devait

exister une asparagine dextrogyre ayant une forme cristalline symétrique de l'asparagine ordinaire (*Annales de Chimie et de Physique*, t. XXXI, p. 72). Rammelsberg (*Kryst. Chem.*, p. 361; Berlin, 1855) affirme que l'octaèdre de l'asparagine se présente sous la forme de tétraèdre droit ou gauche. C'est là la seule indication sur l'existence d'un tétraèdre droit que j'aie pu trouver dans tout ce qui a été publié à ce sujet sur l'asparagine.

» Quoi qu'il en soit, on n'était pas parvenu à isoler l'asparagine possédant la face hémièdre gauche et à la caractériser comme une espèce distincte.

» J'ai eu la bonne fortune de découvrir ce corps en assistant, au mois d'avril de cette année, à la préparation en grand de l'asparagine dans l'usine de M. G. Parenti, à Sienne, qui a mis avec la plus grande obligeance à ma disposition les moyens qui m'ont permis de mener ce travail à bonne fin.

» Les eaux mères provenant de la cristallisation de l'asparagine brute, soumises à la concentration et à un repos prolongé, laissent déposer des cristaux à saveur sucrée, qu'on purifie par des cristallisations fractionnées dans l'eau. On obtient ainsi un mélange d'asparagine ordinaire et du nouveau corps, qu'on sépare mécaniquement. 6500^{kg} de vesces germées ont fourni 20^{kg} d'asparagine brute dont les eaux mères donnent 100^{gr} du nouvel isomère à l'état de pureté. La forme cristalline de l'asparagine nouvelle a été examinée par M. Grattarola. Voici quelles sont les conclusions de son travail :

» La forme cristalline de l'asparagine sucrée est identique à celle de l'asparagine ordinaire, sauf la différence provenant de la position des faces hémièdres. En tenant compte des variations ordinaires des valeurs des angles, le système cristallin et les paramètres fondamentaux des deux asparagines se correspondent parfaitement. Les différents aspects de l'un et de l'autre isomère complètent l'analogie. Les indices principaux de réfraction, la position du plan des axes optiques, leur angle apparent dans l'huile ainsi que l'angle véritable, déduit des formules usuelles, sont identiques dans les deux cas.

» Le pouvoir rotatoire de la nouvelle asparagine, déterminé avec le grand polarimètre de Laurent, est égal et de signe contraire à celui de l'asparagine ordinaire. On pouvait admettre que ces deux asparagines étaient de véritables isomères chimiques ayant pour formules

$$AzH^2, CO, CH^2, CH(AzH^2), CO^2H$$

et

$$AzH^2, CO, CH(AzH^2), CH^2, CO^2H.$$

» J'ai préparé, en partant de chaque asparagine, toute une série de dérivés.

» Or les deux séries jouissent de propriétés chimiques identiques. En revanche, toutes les fois qu'il s'agit de dérivés ayant le pouvoir rotatoire, les termes des deux séries présentent des rotations égales et de signe contraire.

» Les points de fusion des dérivés des deux asparagines ne sauraient être déterminés avec exactitude, car ces corps se décomposent avant ou au moment même de la fusion.

» Le Tableau suivant indique les constantes physiques et le pouvoir rotatoire (solutions aqueuses saturées à 15°-20°, longueur du tube, $0^m,50$) des corps obtenus.

Noms des corps et formules.		Série de l'asparagine.		Méthode de préparation.
Asparagine	CO, AzH^2 C^2H^3, AzH^2 CO^2H	Ordinaire, lévogyre, $[\alpha]_D = -5°,4$.	Sucrée, dextrogyre, $[\alpha]_D = +5°,41$.	
Acide aspartique	CO^2H C^2H^3, AzH^2 CO^2H	Dextrogyre.	Lévogyre.	Action de l'acide chlorhydrique.
Acide malique	CO^2H C^2H^3, OH CO^2H	Fus. vers 100°, lévogyre.	Fus. vers 100°, dextrogyre.	Action de l'acide nitreux.
Acide uramidosuccinique.	CO, AzH^2 C^2H^3, AzH, CO, AzH^2 CO^2H	Fus. vers 157°, dextrogyre.	Fus. vers 157°, lévogyre.	Action du cyanate de potassium.
Acide urimidosuccinique.	CO^2H $C^2H^3-AzH\diagdown$ $CO.....$ $CO\ \ -AzH\diagup$	Lévogyre.	Dextrogyre.	Action de l'acide chlorhydrique sur le corps précédent ou du cyanate de potassium sur les acides aspartiques.
Acide urimidosuccinique.	CO, AaH^2 $C^2H^2-AzH\diagdown$ $CO.....$ $CO\ \ -AzH\diagup$	Inactif.	Inactif.	Fusion des asparogènes avec l'urée.
Acide urimidosuccinique (malyl-uréique)	CO^2H $C^2H^2-AzH\diagdown$ $CO.....$ $CO\ \ -AzH\diagup$	Inactif.	Inactif.	Action de l'acide chlorhydrique sur l'urimide précédent ou fusion des acides aspartiques avec l'urée.

» Les deux asparagines, chauffées avec des quantités d'acide chlorhydrique (D = 1,107) correspondant à deux molécules, à une température de 170°-180°, fournissent de l'acide aspartique inactif. En opérant à une température plus élevée ou en prolongeant l'action de l'acide, on obtient de l'acide fumarique. L'acide aspartique ainsi préparé est de tous points identique à l'acide de Dessaignes, préparé au moyen du malate

d'ammonium (*Comptes rendus*, t. XXX, p. 324; t. XXXI, p. 432.) Chauffées au-dessus de 200°, les deux asparagines fournissent le même corps, constitué probablement par de la polyfumarimide.

» En résumé, les dérivés des deux asparagines présentent les mêmes propriétés chimiques; toutefois, ces faits ne suffisent point pour rejeter définitivement l'hypothèse d'une isomérie d'ordre chimique. En effet, les isomères physiques connus sont doués de la même saveur; or, tandis que l'asparagine ordinaire possède une saveur indécise, l'asparagine dextrogyre est douée d'une saveur nettement sucrée, analogue à celle qu'on observe chez beaucoup d'acides amidés. En outre, en dissolvant dans l'eau des quantités équimoléculaires des deux asparagines, on obtient, il est vrai, une dissolution optiquement inactive; mais, par l'évaporation spontanée, il se dépose les deux asparagines séparées. Assez souvent même, les cristaux présentent des macles formées d'un cristal droit et d'un cristal gauche.

» Rien de pareil, comme on sait, n'a lieu avec les deux acides tartriques droit et gauche, qui, en s'unissant, donnent l'acide racémique.

» En revanche, les acides aspartiques dérivés des deux asparagines doivent être envisagés comme de véritables isomères physiques, car ils s'unissent en quantités équimoléculaires pour donner un acide inactif que je nomme *acide asparagénique*, pour le distinguer de l'acide aspartique inactif obtenu par le malate mono-ammonique ainsi qu'en chauffant une des deux asparagines avec de l'acide chlorhydrique à 180°. Notons ici que la formule de structure de l'acide aspartique

$$CO^2H - CH^2 - CH(AzH^2) - CO^2H$$

n'admet pas d'isomérie d'ordre chimique.

» L'acide asparagénique est en cristaux monocliniques, identiques aux formes décrites par M. Pasteur pour l'acide de Dessaignes (*Annales de Chimie et de Physique*, t. XXXIV, p. 30). Je chercherai à dédoubler cet acide ainsi que les deux acides aspartiques inactifs en deux acides présentant les phénomènes rotatoires.

» En faisant agir l'ammoniaque alcoolique sur l'éther de l'acide aspartique inactif, il m'a été impossible de préparer de l'asparagine inactive, quoique l'existence de ce corps paraisse des plus probables.

» Dans les mêmes conditions, l'éther de l'acide aspartique ordinaire fournit de l'asparagine lévogyre. »

M. **Pasteur** ajoute les observations suivantes à propos du travail de M. *Piutti* :

« Pourquoi cette grande différence dans la saveur des deux asparagines? On pourrait peut-être supposer l'existence d'une isomérie toute spéciale. Je pense autrement. Je serais très porté à croire, au contraire, qu'il faut rapprocher ce fait physiologique de cet autre que, si deux corps dissymétriques inverses offrent dans leurs combinaisons avec des corps inactifs des propriétés chimiques et physiques absolument semblables et même identiques, ces mêmes corps dissymétriques inverses donnent des combinaisons tout à fait différentes de propriétés quand ils s'unissent à des corps eux-mêmes dissymétriques et actifs sur la lumière polarisée.

» Le corps actif dissymétrique qui interviendrait dans l'impression nerveuse, traduite par une saveur sucrée dans un cas et presque insipide dans l'autre, ne serait autre chose, suivant moi, que la matière nerveuse elle-même, matière dissymétrique comme toutes les substances primordiales de la vie : albumine, fibrine, gélatine, etc.

» Mais, dira-t-on, comment n'a-t-on pas encore trouvé des différences de saveur dans les corps droit et gauche inverses?

» Ce n'est pas là une objection de principe. En outre, on n'a jamais eu peut-être l'idée de faire ces comparaisons de saveurs. Aujourd'hui que l'attention est appelée par ce que je viens de dire sur ces singularités de grande importance, les choses changeront peut-être : c'est du moins mon espoir. »

CHIMIE. — *Partage d'une base entre deux acides, cas particulier des chromates alcalins*. Note de M. **P. Sabatier**, présentée par M. Berthelot.

« L'acide chromique se comporte vis-à-vis des bases alcalines comme un acide bibasique à deux fonctions inégales. La vraie nature de ces fonctions apparaît bien nettement si, selon les indications de M. Berthelot (*Comptes rendus*, 1883, XCVI, 399), on considère les chaleurs dégagées par la combinaison de l'acide chromique avec deux équivalents successifs de potasse, et surtout si l'on rapporte les données thermiques à l'état solide des corps qui interviennent dans les réactions. On trouve ainsi, relativement à la potasse, que la première fonction de l'acide chromique, celle qui fournit le bichromate, n'est guère surpassée que par la première fonction de l'acide sulfurique (qui donne le bisulfate de potasse). Elle est voi-

sine de celle de l'acide chlorhydrique, certainement supérieure aux acides carbonique, acétique, même à l'acide phosphorique. Aussi, le bichromate de potasse ne subit de décomposition notable qu'avec l'acide sulfurique, ce qui, du reste, comme nous l'avons montré dans une Communication récente, ne détermine dans la liqueur aucun changement de teinte.

» Le bichromate de potasse, qui retient la deuxième fonction de l'acide chromique et forme ainsi le chromate neutre, vient, d'après les valeurs thermiques de l'état solide, se placer au-dessous de l'acide chlorhydrique, du bisulfate de potasse, de l'acide acétique, de la première fonction des acides phosphorique et carbonique. Mais il nous apparaît comme un acide plus fort que le bicarbonate de potasse et que la troisième fonction de l'acide phosphorique.

» L'action des acides puissants sur le chromate neutre de potasse tend au déplacement total du bichromate au profit du nouvel acide : en réalité, à cause de l'intervention dissociante du dissolvant, on aura le plus souvent dans la liqueur, au lieu d'une réaction complète, une décomposition progressive. Celle-ci se traduira dans le liquide jaune-citron par l'apparition graduelle de la teinte rouge du bichromate. La nuance du mélange indiquera donc l'étendue du partage de la potasse entre le bichromate et l'acide antagoniste.

» L'emploi du spectrophotomètre pour cette détermination numérique présente de grandes difficultés pratiques.

» J'ai obtenu, au contraire, de très bons résultats par une méthode colorimétrique directe, en comparant les mélanges de chromate neutre et d'acide antagoniste à une gamme connue formée à l'avance avec des proportions déterminées de chromate neutre et de bichromate.

» Les liquides colorés étant tous contenus à volumes égaux dans des tubes identiques, un œil, même peu exercé, arrive à classer la teinte du mélange étudié entre deux termes consécutifs de la série étalon. Celle-ci comprenait jusqu'à soixante tubes, ayant tous pour le même volume la même masse de bichromate, mais des quantités progressivement croissantes de potasse. La sensibilité d'appréciation diminue quand la dose de bichromate libre devient notable. Les déterminations ont été contrôlées par plusieurs observateurs qui avaient seulement à se prononcer sur l'identité de deux nuances.

» Les détails de ce travail seront publiés *in extenso* dans un Mémoire étendu. Je me bornerai à indiquer les conclusions générales.

» I. L'acide chlorhydrique donne un déplacement à peu près total; il

en est de même des deux fonctions de l'acide sulfurique, de la première fonction de l'acide phosphorique et même de l'acide trichloracétique. Pour l'acide acétique, l'action est un peu moins avancée : ainsi, pour équivalents égaux d'acide acétique, de potasse et de bichromate (dissous dans 4^{lit} d'eau pour $1^{éq}$), on trouve qu'il s'est formé seulement $0^{éq},835$ d'acétate de potasse ; il subsiste encore $0^{éq},165$ de chromate neutre. A côté de l'acide acétique viennent se placer les trois fonctions égales de l'acide citrique.

» La première fonction de l'acide carbonique C^2O^4 donne un partage assez avancé : pour équivalents égaux, on peut évaluer à $0^{éq},615$ la quantité de bicarbonate formé.

» La seconde fonction de l'acide phosphorique (c'est-à-dire la première fonction du phosphate acide de potasse) est plus faible que la première, mais encore supérieure au bichromate : pour équivalents égaux, il reste $0^{éq},56$ de chromate neutre.

» Quant à la deuxième fonction de l'acide carbonique, à l'acide borique et à la troisième fonction de l'acide phosphorique, elles se montrent nettement inférieures au bichromate de potasse.

» En réalité, on obtient un léger partage avec l'acide borique : pour équivalents égaux de potasse, de bichromate et d'acide borique, $0^{éq},925$ du chromate neutre demeurent inaltérés ([1]).

» II. Un résultat fort général et très important se déduit des expériences.

» Toutes les fois que la fonction de l'acide antagoniste, mesurée par les données thermiques, l'emporte sur le bichromate, *cette prédominance se traduit par l'action totale qu'une petite quantité d'acide exerce sur le chromate neutre*.

» Les actions secondaires, qui substituent au déplacement total théorique un partage plus ou moins avancé, sont alors sans influence notable. Cette circonstance se révèle visiblement dans la représentation graphique du partage, parce que toutes les courbes sont à l'origine tangentes à la ligne droite d'action totale. *Elle fournit immédiatement pour chaque acide le nombre de fonctions supérieures à la fonction acide du bichromate.* On trouve ainsi que l'acide oxalique en a deux, l'acide citrique trois ; l'acide phosphorique n'en a que deux, l'acide carbonique seulement une ; l'acide borique n'en a point.

([1]) Il n'en est plus de même si l'on traite une solution de chromate neutre par un excès d'acide borique solide ; on peut alors réaliser un déplacement très avancé du bichromate, grâce à la formation d'un borate acide presque insoluble, dont la précipitation tend à rendre l'action totale, par le mécanisme de Berthollet.

» Nous retrouvons ici une application du principe général des petites masses, énoncé par M. Berthelot. Nous y trouvons en même temps *la vérification la plus éclatante des prévisions thermiques déduites de l'état solide.*

» III. La notion de *module*, caractéristique spéciale des acides, indépendante des données calorimétriques et qui, seule, d'après M. Thomsen, réglerait les partages d'une base dans les dissolutions, est absolument incompatible avec les conclusions qui précèdent. D'ailleurs les valeurs assignées par le savant danois aux modules des divers acides sont inconciliables avec les résultats numériques de ces recherches. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur des titanates de baryte et de strontiane cristallisés.* Note de M. L. **Bourgeois**, présentée par M. Fouqué.

« Le travail que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie est consacré à l'étude des titanates alcalino-terreux cristallisés qui prennent naissance par l'application d'une méthode connue (fusion des éléments du sel dans le chlorure correspondant).

» En commençant ces recherches, j'espérais obtenir ainsi des composés appartenant au même groupe chimique que la pérowskite et contribuer d'une façon indirecte à l'histoire de ce minéral si intéressant par ses anomalies optiques. J'ai été conduit à faire usage d'un procédé très voisin de celui que M. Hautefeuille, dans son Mémoire classique, avait appliqué à la synthèse de la pérowskite elle-même : les composés formés dans les circonstances où j'ai opéré, par l'union de l'acide titanique avec la baryte et la strontiane, tout en se rapprochant de la pérowskite par la forme cristalline apparente et certains caractères optiques, s'en éloignent au contraire par la composition chimique.

» *Titanate de baryte.* — Dans un four de Forquignon et Leclerc, on fond au rouge vif, pendant une heure, équivalents égaux d'acide titanique et de carbonate de baryte au sein d'un excès de chlorure de baryum. Reprenant la masse par l'eau acidulée d'acide chlorhydrique, on recueille un sable formé de cristaux d'un vif éclat, d'une couleur variant du jaune de miel au brun clair.

» Examiné au microscope, le produit se présente en cubes ou cubo-octaèdres, ordinairement aplatis suivant une face du cube ; la réfringence est très prononcée. En lumière polarisée, on aperçoit les phénomènes carac-

téristiques des substances pseudo-cubiques. Un cristal posé à plat sur une face du cube s'éteint lorsque les côtés sont parallèles aux sections principales des nicols croisés; dans toute autre position apparaissent des teintes fort vives, dessinant d'une part des zones parallèles aux côtés, d'autre part un fin quadrillage à 45° constitué par des macles multiples. Souvent le centre du cristal et les diagonales restent obscurs dans toutes les positions. En lumière convergente on observe deux axes optiques avec bissectrice négative perpendiculaire à la face du cube; leur écartement est extrêmement variable d'un point à l'autre, jusqu'à devenir nul. La substance est sans doute formée par un assemblage très complexe de lamelles orthorhombiques avec symétrie extérieure cubique.

» La densité des cristaux est 5,91.

» L'analyse a été faite en attaquant les cristaux par l'acide chlorhydrique concentré vers 60°; il se dépose du chlorure de baryum. Étendant d'eau la liqueur après refroidissement, on obtient une dissolution limpide sans résidu. L'acide titanique est précipité par l'ammoniaque, et la baryte, dans la liqueur filtrée, à l'état de sulfate. L'analyse a donné les résultats suivants :

						Calculé pour		
	I.	II.	III.	IV.	V.	$2BaO, 3TiO^2$.	$BaO, 2TiO^2$.	BaO, TiO^2.
Baryte........	47,7	47,5	46,5	44,3	44,0	44,5	48,2	65,1
Acide titanique.	52,6	51,5	52,9	54,8	54,9	55,4	51,7	34,8
	100,3	99,0	99,4	99,1	98,9	99,9	99,9	99,9

» On voit qu'il y a lieu d'attribuer à la substance la formule

$$2BaO, 3TiO^2,$$

qui en fait un *trititanate* de baryte, si l'on convient d'appeler *bititanate de chaux* la pérowskite CaO, TiO^2.

» *Titanate de strontiane.* — On procède comme plus haut, sauf remplacement du baryum par le strontium. Les cristaux sont de plus petites dimensions, cubes sans modifications, d'un jaune grisâtre ou brun clair. La biréfringence est extrêmement faible; les anomalies optiques sont, à part cela, semblables à celles du sel de baryte. Densité, 5,1.

» Pour l'analyse, on dissout dans l'acide chlorhydrique concentré, vers 60°, on étend d'eau, on précipite l'acide titanique par l'ammoniaque, et, dans la liqueur filtrée, la strontiane à l'état de carbonate.

	I.	II.	III.	Calculé pour 2StO, 3TiO².	StO, 2TiO².	StO, TiO².
Strontiane......	44,0	43,0	46,6	45,7	55,8	38,7
Acide titanique..	54,5	55,3	52,4	54,2	44,1	61,2
	98,5	98,3	99,0	99,9	99,9	99,9

» La formule est donc $2StO, 3TiO^2$, comme pour le sel de baryte.

» *Titanate de chaux.* — Opérant de même, à titre de comparaison, sauf remplacement du strontium par le calcium, on recueille un produit tout à fait semblable au précédent par sa couleur et sa forme cubique. Mais en lumière polarisée, on observe une assez forte biréfringence, avec extinction diagonale et lamelles hémitropes dessinant un fin quadrillage parallèle aux côtés.

» Difficilement attaquable par l'acide chlorhydrique, même concentré et bouillant, la substance se dissout aisément à chaud dans l'acide sulfurique concentré, ce qui permet d'en faire l'analyse. La liqueur étendue est précipitée par l'ammoniaque, et la liqueur filtrée, par l'oxalate d'ammoniaque.

	I.	II.	Calculé pour CaO, TiO².	2CaO, 3TiO².	CaO, 2TiO²
Chaux........	37,4	39,0	40,5	31,2	25,4
Acide titanique	60,1	61,3	39,5	68,7	74,5
	97,5	100,3	100,0	99,9	99,9

» Il y a, comme on voit, identité avec la pérowskite CaO, TiO^2, et le procédé employé ne diffère d'ailleurs de celui de M. Hautefeuille que par l'absence de silice.

» *Remarques.* — Dans les préparations précédentes, l'introduction des chlorures de potassium ou de sodium ne paraît modifier en rien les résultats. Les titanates de strontiane et de chaux se forment même quand on n'a pas mis de bases libres, à cause de la facile décomposition des chlorures par la vapeur d'eau. Quant au chlorure de baryum, plus stable, fondu avec l'acide titanique seul, il donne des aiguilles mal formées de rutile.

» L'addition de silice aux mélanges donne, *dans les conditions précitées*, avec le chlorure de baryum, en outre du titanate, une scorie cristalline qui sera étudiée plus tard; avec le chlorure de strontium, du titanate en cubes modifiés par de très petites facettes octaédriques; avec le chlorure de

calcium (expériences de M. Hautefeuille), de la pérowskite, tantôt en cubes parfaits, tantôt en beaux cristallites, sans trace de sphène.

» Dans une Note ultérieure, je traiterai d'essais faits en vue de préparer des silicotitanates de baryte ou de strontiane analogues au sphène ([1]).

» J'examinerai, en outre, la question de savoir s'il est possible d'obtenir des titanates mixtes de baryte et de chaux, de strontiane et de chaux. »

CHIMIE. — *Action du chlore sur le séléniocyanate de potassium.* Note de M. A. VERNEUIL, présentée par M. Troost.

« 1. D'après MM. Kypke et Neger ([2]), le précipité rouge obtenu lorsqu'on dirige un courant de chlore dans une dissolution de séléniocyanate de potassium est du perséléniocyanogène, tandis que la substance jaune produite par l'action d'un excès de chlore sur cette matière rouge est de l'acide perséléniocyanique.

» Ces composés n'ayant pas été analysés, j'ai repris l'étude de cette réaction et j'ai l'honneur de soumettre aujourd'hui à l'Académie les principaux résultats obtenus.

» Pour éviter la décomposition des produits engendrés dans l'action du chlore sur le séléniocyanate alcalin, il convient de faire arriver à la surface de sa dissolution à 10 pour 100 un courant d'air chargé d'une petite quantité de ce métalloïde, par son passage à travers de l'eau de chlore faible. Le précipité cristallin rouge qui est d'abord formé se transforme peu à peu en une substance jaune qu'on purifie, après dessiccation à froid, par une cristallisation dans le chloroforme bouillant.

» Les paillettes jaune d'or ainsi obtenues répondent à la formule C^2AzSe^3 et non à celle de l'acide perséléniocyanique $C^4Az^2H^2Se^6$.

	Trouvé.	Calculé pour C^2AzSe^3.
C	8,15	8,30
Az	10,06	9,69
Se	81,84	82,00

» L'eau décompose lentement à froid, mais immédiatement à l'ébullition,

---

([1]) Laboratoire de M. Fouqué, au Collège de France.

([2]) *Ann. der Chem. und Pharm.*, n. série, t. XXXIX, p. 207.

ce trisélénïure de cyanogène, en acide cyanhydrique, acide sélénieux et sélénium d'après l'équation

$$2\,C^2AzSe^3 + H^2O^2 = 2\,C^2AzH + SeO^2 + 5\,Se.$$

» La majeure partie du sélénium et l'acide cyanhydrique ainsi formés proviennent de la décomposition, par l'acide sélénieux, de l'acide sélénio-cyanique d'abord engendré; car si l'on produit cette réaction en présence d'un léger excès de CaO, CO^2, elle répond à l'égalité

$$2\,C^2AzSe^3 + 3\,CaO,\,CO^2 = 2\,C^2AzCaSe^2 + CaO,\,SeO^2 + Se + 3\,CO^2,$$

laquelle permet d'envisager le trisélénïure de cyanogène comme un séléniocyanate dans lequel le sélénium remplace le métal; j'ai donné le nom de *séléniocyanate de sélénium* à ce produit pour rappeler cette constitution.

» 2. Maintenu à la température de 108° dans le vide, le séléniocyanate de sélénium fournit un sublimé bien cristallisé de monoséléniure de cyanogène :

	Trouvé.	Calculé pour C^2AzSe.
C	18,25	18,32
Az	21,32	21,37
Se	59,32	60,30

» L'eau bouillante le décompose rapidement ainsi

$$2\,C^2AzSe + H^2O^2 = 2\,C^2AzH + SeO^2 + Se;$$

mais à froid, en même temps qu'il se dégage CO^2, il se précipite du séléniocyanate de sélénium et le liquide retient du séléniocyanate d'ammoniaque ainsi que SeO^2 et C^2AzH. La formation de ces divers produits est résumée dans les équations suivantes :

$$3\,C^2AzSe + 2\,H^2O^2 = C^2AzSe^3 + C^2AzAzH^4 + 2\,CO^2,$$
$$2\,C^2AzSe + 2\,H^2O^2 = C^2AzAzH^4Se^2 + 2\,CO^2,$$
$$5\,C^2AzSe + 2\,H^2O^2 = C^2AzSe^3 + 4\,C^2AzH + 2\,SeO^2.$$

» 3. Le produit ultime de l'action du chlore sur le séléniocyanate de potassium étant considéré comme du séléniocyanate de sélénium, on devait prévoir la formation d'une combinaison de ces deux produits, les sels doubles analogues étant très nombreux dans la série parallèle du soufre.

Le composé rouge formé en premier lieu répond, en effet, à la combinaison de $2^{éq}$ de séléniocyanate de sélénium avec $1^{éq}$ de séléniocyanate de potassium, plus une molécule d'eau : $C^6Az^3KSe^8H^2O^2$.

» De fait, on obtient immédiatement ce séléniocyanate double lorsqu'on ajoute à la dissolution du séléniocyanate de sélénium dans le chloroforme la quantité calculée de séléniocyanate de potassium dans l'alcool à 90°.

» 4. La solution alcoolique de séléniocyanate double de sélénium et de potassium se décompose assez rapidement en déposant du sélénium; par l'évaporation on obtient la combinaison $C^6Az^3KSe^6$ qui représente le séléniocyanate double primitif dans lequel $1^{éq}$ de séléniocyanate de sélénium est remplacé par $1^{éq}$ de monoséléniure de cyanogène.

» On obtient la combinaison ammoniacale correspondante,

$$C^2AzSe^3, C^2AzSe, C^2AzAzH^4Se^2,$$

lorsqu'on fait agir, pendant plusieurs heures, l'éther humide sur le séléniocyanate de sélénium à la température de l'ébullition.

» 5. En résumé, l'action ménagée du chlore sur le séléniocyanate de potassium est exprimée par l'équation

$$8C^2AzKSe^2 + 7Cl + 3HO = 5C^2AzSe^3 + SeO^2KO + 3C^2AzH + 7KCl.$$

» La réaction secondaire la plus importante qui l'accompagne est celle qui donne naissance en même temps à une petite quantité de monoséléniure de cyanogène suivant l'égalité

$$2C^2AzKSe^2 + 2Cl = C^2AzSe^3 + C^2AzSe + 2KCl.$$

» Il résulte des faits indiqués dans cette Note que l'action du chlore sur les séléniocyanates alcalins est fort différente de celle qu'il exerce sur les sulfocyanates correspondants.

» Le brome et l'iode donnent lieu à des phénomènes du même ordre [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation des glucoses en dextrines.* Note de MM. **E. Grimaux** et **L. Lefèvre**, présentée par M. Friedel.

« Les travaux de MM. Bondonneau, Musculus, O' Sullivan, Brown, etc., ont montré que la dextrine n'est pas une espèce chimique définie, mais

(1) Laboratoire du Muséum d'Histoire naturelle.

qu'il existe un certain nombre de corps présentant les propriétés générales de la dextrine de Payen, et différant entre eux par le pouvoir rotatoire et le pouvoir réducteur.

» Malgré de nombreuses recherches, la question des dextrines est encore assez obscure; la transformation des glucoses en dextrines, que nous venons de réaliser, nous paraît devoir apporter quelques faits nouveaux à l'histoire de ces corps.

» Nous utilisons, pour opérer cette transformation, l'action déshydratante de l'acide chlorhydrique faible dans des conditions spéciales. On dissout le glucose pur dans huit fois son poids d'acide chlorhydrique d'une densité de 1,026 et l'on distille cette solution au bain-marie dans le vide. Le produit de la réaction est une masse sirupeuse, d'une couleur ambrée plus ou moins foncée; on la dissout dans son poids d'eau et l'on ajoute de l'alcool à 90° jusqu'à cessation de trouble. Il se précipite une matière molle, gommeuse, adhérant fortement aux parois du verre. On répète à cinq ou six reprises la dissolution dans l'eau et la précipitation par l'alcool à 90°; puis on redissout dans l'eau, on décolore à l'ébullition par le noir animal, on concentre la solution en la distillant au bain-marie dans le vide, puis on l'abandonne, à froid, dans le vide sec. Elle donne d'abord une masse gommeuse, qui se dessèche lentement et se prend en plaques transparentes que l'on pulvérise.

» Elle forme alors une poudre blanche présentant l'aspect de la dextrine blanche du commerce; elle est très hygrométrique et donne des solutions gommeuses. La poudre sèche donne, sous la pression, cette sensation de craquement que l'on observe avec la fécule et avec la dextrine commerciale. Son pouvoir réducteur et son pouvoir rotatoire varient avec le nombre de précipitations qu'elle a subies; elle est, de plus, mélangée d'une certaine quantité d'un sucre fermentescible.

» Dans une opération dirigée comme nous venons de l'indiquer, nous avons obtenu, après trois précipitations par l'alcool, une dextrine blanche ayant un pouvoir réducteur de 21,9 pour 100, évalué en glucose, et un pouvoir rotatoire $[\alpha]_j = +100°$.

» Pour la débarrasser du sucre fermentescible qu'elle peut renfermer, elle a été soumise à l'action de la levure de bière jusqu'à ce qu'il n'y eût plus de dégagement d'acide carbonique. Le produit de la réaction évaporé et séché possède :

Pouvoir réducteur......................	17,8
Pouvoir rotatoire $[\alpha]_j$......................	$+97°,48$

» L'analyse centésimale n'a pas conduit aux chiffres répondant à la formule $C^{18}H^{30}O^{15} = 3(C^6H^{10}O^5)$, mais se rapproche plutôt de la formule $C^{18}H^{32}O^{16} = 3(C^6H^{10}O^5) + H^2O$.

» La dextrine synthétique appartient à la famille des achrodextrines; elle n'est pas colorée par l'iode. L'infusion de malt est sans action sur elle, comme nous l'avons constaté sur plusieurs échantillons provenant d'opérations diverses.

» Elle n'est hydratée par les acides étendus qu'avec une certaine lenteur; 2^{gr} soumis à l'ébullition avec 100 parties d'eau renfermant 2 pour 100 d'acide sulfurique n'ont été entièrement transformés en glucose qu'après vingt heures d'action; au bout de huit heures, il n'y avait de produit que 78 pour 100 de glucose. Le glucose régénéré par l'hydratation de la dextrine synthétique subit facilement la fermentation alcoolique.

» Les propriétés de cette dextrine se rapprochent d'une dextrine synthétique obtenue par M. Musculus par l'action de l'acide sulfurique concentré sur le glucose en présence d'alcool absolu, dextrine inattaquable par l'infusion de malt et difficilement saccharifiable par les acides étendus, mais elle en diffère par son pouvoir réducteur et son pouvoir rotatoire, qui sont plus faibles, l'achrodextrine de Musculus ayant un pouvoir rotatoire $[\alpha]_j = +137°$ et un pouvoir réducteur de 32 pour 100 (¹).

» Les dextrines qu'ont isolées divers chimistes (achrodextrines α, β, etc.) ne peuvent être regardées comme des espèces chimiques distinctes, mais comme des mélanges de plusieurs dextrines qu'il n'est pas possible de séparer. En effet, le pouvoir rotatoire et le pouvoir réducteur varient suivant le nombre des précipitations par l'alcool, même quand on a enlevé par la levure de bière les sucres fermentescibles.

» Les liqueurs alcooliques qui restent après la précipitation de la dextrine synthétique renferment donc d'autres dextrines plus réductrices, comme il est facile de s'en assurer en les concentrant et les additionnant d'alcool absolu; mais, de plus, elles renferment un sucre fermentescible. Nous nous sommes demandé si ce sucre fermentescible était seulement du glucose ou un mélange de glucose et de maltose, ce dernier, qui renferme $C^{12}H^{22}O^{11}$, ayant pu prendre naissance dans l'action déshydratante de l'acide chlorhydrique sur deux molécules de glucose. Mais le maltose cris-

(¹) M. A. Gautier, en faisant réagir le gaz chlorhydrique sec sur le glucose en solution dans l'alcool à 94°, a obtenu un diglucose $C^{12}H^{22}O^{11}$ qui paraît se rapprocher d'une dextrine.

tallise difficilement, et nous n'avons pas encore pu le retirer du mélange qui renferme de la dextrine, du glucose et de l'acide chlorhydrique.

» Nous avons essayé, cependant, d'en démontrer la présence en mettant à profit la belle réaction de M. E. Fischer, qui a obtenu des combinaisons cristallisées des sucres réducteurs en les traitant par un mélange de chlorhydrate de phénylhydrazine et d'acétate de soude. Comme le glucose se combine plus rapidement que le maltose, qu'il donne des cristaux paraissant au microscope formés de lames groupées en faisceaux, tandis que le maltose donne des étoiles radiées, nous avons constaté que ces caractères permettent de reconnaître un mélange de glucose et de maltose, le premier dépôt étant surtout formé par la phénylglucosazone et les dépôts suivants par un mélange de ce corps avec la phénylmaltosazone; nous avons appliqué cette réaction aux produits renfermés dans les eaux mères alcooliques qui restent après la précipitation de la dextrine. On les neutralise par la soude; on acidifie par l'acide acétique, puis on chauffe au bain-marie avec une solution de phénylhydrazine. Toutes les deux heures, on sépare le dépôt par le filtre; les premiers offrent les caractères de la phénylglucosazone, tandis que les derniers sont surtout formés de cristaux groupés en étoiles qui présentent l'aspect de la phénylmaltosazone. Il y a donc lieu de supposer que, dans la réaction qui donne la dextrine, il se produit une certaine quantité de maltose; mais nous ne regarderons ce fait comme hors de doute qu'après avoir réussi à isoler et à caractériser le maltose.

» Le galactose pur, provenant du dédoublement du sucre de lait, et dont nous devons l'échantillon à l'obligeance de M. Müntz, se comporte comme le dextrose; il fournit une galacto-dextrine qui, après avoir été soumise à la fermentation, présente l'aspect de la glucodextrine. Elle a un pouvoir réducteur de 10 pour 100 (évalué en glucose) et un pouvoir rotatoire $[\alpha]_j = +80^o$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la transformation des amides en amines.* Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Debray.

« Dans un pli cacheté remis en mars 1880 à l'Académie, ouvert en 1882 et publié la même année dans les *Comptes rendus* (t. XCV, p. 646), sous le titre : *Transformation des amides en amines*, j'annonçais que les amides chauffées en vase clos avec un alcool étaient transformées en amines substituées, dérivées de l'alcool employé; ce, par fixation des éléments de cet

alcool, et d'après le même principe qui reproduit le sel correspondant à l'amide employée lorsqu'on la soumet aux conditions d'hydratation.

» Ainsi l'acétamide chauffée avec de l'alcool éthylique donne de l'acétate d'éthylamine et, chauffée avec de l'eau, elle donne de l'acétate d'ammoniaque. C'est de même qu'on a de la méthylaniline ou de l'aniline, si on chauffe l'acétanilide avec de l'alcool méthylique ou de l'eau. La seule différence, ainsi que je le signalais dans ma Note de 1880, est dans la température nécessaire à la réaction. Dans le cas des alcools, on doit opérer à plus haute température.

» Simultanément, Calm signalait, en 1882 [1], la même réaction pour *certains* phénols et obtenait, avec l'acétamide et les naphtols α et β, les naphtylamines correspondantes. Je dis certains phénols; car, comme moi, Calm constatait que, par l'action du phénol ordinaire sur l'acétamide, même à 300°, on n'obtenait pas d'aniline.

» Je suis donc étonné que M. R. Seifert, sous le titre : *Transformation des amides en amines* (*Ueberführung der Säureamide in Alkylamine*), ait signalé [2] comme une réaction nouvelle l'action des alcools sodés sur les amides pour transformer ces amides en amines substituées, dérivées de l'alcool employé, paraissant ainsi tenir pour nuls mes résultats et ceux de Calm.

» L'emploi d'un alcool sodé n'est, en effet, qu'un cas particulier de la méthode plus générale signalée par moi pour les alcools et par Calm pour certains phénols, et à laquelle M. Seifert revient sans s'en douter; car la réaction n'a pas lieu dans le sens qu'il indique, à savoir par voie de double décomposition *pure et simple*. En effet, pour le cas de l'acétanilide et de l'alcool sodé étudié par lui, M. Seifert donne l'équation

$$C^6H^5\ldots N\begin{matrix}\diagup COCH^3\\ \diagdown H\end{matrix} + NaOC^2H^5 = C^6H^5\ldots N\begin{matrix}\diagup C^2H^5\\ \diagdown H\end{matrix} + CH^3 - COONa.$$

» M. Seifert dit avoir opéré à 170°-200° pendant trente-six heures; et à la rectification des amines, il trouve de l'aniline avec une petite quantité d'une base qui, après plusieurs distillations fractionnées, bout de 201° à 205° et jouirait des propriétés de l'éthylamine d'Hofmann.

» D'autre part, il constate que, si l'on chauffe le mélange d'alcool sodé et d'acétanilide, non plus en vase clos, mais lentement et en vase ouvert,

---

(1) *Berl. Berichte*, t. XV, p. 609.
(2) *Ibid.*, t. XVIII, p. 1355.

dans une cornue par exemple, à 160°-170°, il distille de l'alcool pur (et sensiblement la quantité théorique employée), tandis qu'il reste de l'acétanilide sodé

$$\left.\begin{array}{r}CH^3\ldots CO\\ C^6H^5\end{array}\right\rangle N\ldots H + NaOC^2H^5 = \left.\begin{array}{r}CH^3\ldots CO\\ C^6H^5\end{array}\right\rangle N\ldots Na + C^2H^6O.$$

» Ce n'est donc pas par double décomposition, comme le prouve cette dernière réaction, que se produit l'éthylaniline, mais bien par action ultérieure de l'alcool sur l'acétanilide sodé, lorsque l'emploi d'un vase scellé empêche la distillation de l'alcool régénéré, et que l'on chauffe jusqu'à 200°, tout comme on l'obtient par l'action de l'alcool ordinaire sur l'acétamide. En effet, l'acétanilide chauffé à 200° avec de l'alcool éthylique à 90°-95° C. fournit de l'éthylaniline, mais la réaction est lente et concorde avec le résultat de M. Seifert, qui, après trente-six heures à 170°-200°, accuse dans le produit obtenu par lui en vase clos une quantité encore assez notable d'aniline, alors que la transformation aurait dû être totale, si elle avait été la conséquence d'un double échange, puisqu'en vase clos M. Seifert employait un excès d'alcool sodé.

» Ainsi, non seulement l'emploi de l'alcool sodé n'offre rien de nouveau, en tant que *transformation des amides en amines*, mais de plus, en nécessitant l'usage d'alcool absolu, la réaction perd en apparence de sa généralité, généralité que j'avais établie en montrant qu'un mélange d'un alcool, d'un acide organique et d'une amine *amidifiable,* porté à une température supérieure à celle nécessaire pour former l'amide, donnait naissance à une amine plus substituée. De plus, à 280°, la transformation est complète et le rendement presque théorique après huit à dix heures. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Isomérie des camphols et camphres; camphol de valériane.* Note de M. **Alb. Haller**, présentée par M. Berthelot.

« L'essence de valériane a été l'objet de recherches nombreuses. Rochleder (1) fut le premier qui démontra qu'en l'oxydant avec le bichromate de potasse et l'acide sulfurique on obtient un produit ressemblant au camphre des Laurinées. Il attribue ce fait à l'oxydation du terpène $C^{10}H^{16}$ contenu dans l'essence de valériane.

(1) *Annalen der Chemie und Pharm.,* t. XL, p. 1.

» C'est à Gerhardt [1] que nous devons de savoir que cette essence contient un camphol que l'auteur considéra comme identique au bornéol provenant du *Dryobalanops aromatica*.

» Pierlot [2], en chauffant l'essence de valériane avec de la potasse, obtint aussi une substance camphrée à laquelle il attribua la formule

$$C^{12}H^{20}O.$$

» Enfin M. Bruylauts [3], dans ses belles recherches sur les essences, a démontré que le camphol de valériane existe dans l'essence, à l'état d'éthers formique, acétique et valérianique.

» Aucun de ces auteurs n'a étudié les dérivés de ce camphol pour les comparer à ceux du bornéol ordinaire, ni déterminé son action sur la lumière polarisée. Nous nous sommes proposé de combler cette lacune et nous avons, à cet effet, préparé ce camphol en modifiant légèrement le procédé de M. Bruylauts.

Les parties d'essence de valériane passant entre 220° et 250° et constituées par le mélange d'éthers mentionnés plus haut ont été chauffées avec un léger excès de potasse alcoolique, dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant. Au bout de quelques heures de traitement, on a versé la solution dans un excès d'eau froide. Le camphol qui se précipite dans ces conditions a été recueilli sur une toile, lavé à l'eau, puis séché entre des doubles de papier filtre. Le produit ainsi obtenu était jaunâtre; pour le purifier, on l'a sublimé sur de la chaux. Ainsi préparé, ce camphol fond vers 200°, comme l'a indiqué M. Bruylauts. Son pouvoir rotatoire

$$[\alpha]_D = -37°,4.$$

» Ce camphol ainsi obtenu n'est toutefois pas encore pur. Pour le purifier, on l'a soumis à des cristallisations répétées dans l'éther de pétrole. On a finalement obtenu des cristaux, se présentant sous la forme de tables hexagonales, transparents, très friables, d'une odeur qui tient à la fois du camphre et du poivre, et ne rappelant plus la valériane. Les cristaux fondent à 208°,8 et ont en solution dans le toluène un pouvoir rotatoire moléculaire $[\alpha]_D = -37,77$.

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, (3), t. VII, p. 286.
(2) *Ibid.*, (3), t. LVI, p. 291.
(3) *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, (3), t. XI.

» Ces données concordent avec celles du camphol de N'gai purifié par cristallisation dans l'éther de pétrole.

» Les points de fusion et les pouvoirs rotatoires du camphre, camphre monobromé et acide camphorique dérivés du camphol de valériane, sont les suivants :

	Points de fusion.	Pouvoir rotatoire.
Camphre de valériane	178°,2	$(\alpha)_D = - 42°,96$
Camphre monobromé correspondant	75,2	$(\alpha)_D = - 127,57$
Acide camphorique correspondant	186,2	$(\alpha)_D = - 46,16$

» En comparant les propriétés de ce camphol et de ses dérivés avec celles du camphol de N'gai et de ses dérivés correspondants, on arrive à conclure qu'il y a identité complète entre ces deux produits. Leur camphre est de plus identique avec celui de matricaire.

» Dans une Communication ultérieure, je démontrerai, si l'Académie veut bien me le permettre, que ces deux camphols sont en même temps identiques avec le camphol retiré de l'alcool de garance. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Électrolyse d'une solution ammoniacale avec des électrodes de charbon.* Note de M. **A. Millot**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note présentée à l'Académie le 17 août 1885, j'ai annoncé que, en électrolysant le charbon de cornue purifié au chlore avec une solution d'ammoniaque à 50 pour 100 d'ammoniaque liquide, on obtenait un liquide noir, décrit dans une Note en 1880, et que cette solution évaporée au bain-marie laissait un résidu composé en majeure partie de matières azulmiques.

» Ce résidu, épuisé à l'alcool dans un appareil cohobateur, donne une solution alcoolique colorée en jaune, et la matière noire reste insoluble.

» Dans la Note précédente, j'ai signalé que le liquide alcoolique évaporé à sec laissait un résidu soluble dans l'eau bouillante et insoluble dans l'eau froide, et que, après un grand nombre d'évaporations et de redissolutions successives pour séparer la matière insoluble à froid, il restait un liquide sirupeux dans lequel se formait une cristallisation d'urée que l'on pouvait séparer par égouttage et cristallisations successives.

» J'ai reconnu depuis cette époque que la solution alcoolique renfermait

non seulement l'urée, mais encore les dérivés de cette substance que l'on obtient d'habitude par l'action de la chaleur sur l'urée, tels que l'ammélide, le biuret et la guanidine.

» Pour isoler ces corps, la solution alcoolique provenant de l'épuisement à l'alcool de la matière noire, qui est toujours légèrement acide, est traitée par le sous-acétate de plomb après saturation à l'ammoniaque. Il se forme un précipité abondant d'ammélide : le liquide filtré est décomposé par un courant d'hydrogène sulfuré, puis évaporé à consistance sirupeuse. On ajoute une solution alcoolique concentrée et chaude d'acide oxalique; par le refroidissement, on obtient une cristallisation d'oxalate d'urée qui est lavée à l'alcool. L'oxalate d'urée est décomposé en solution bouillante par le carbonate de chaux et donne de l'urée pure que l'on fait cristalliser.

» La solution, dont on a séparé l'urée, est traitée à l'ébullition par la craie, puis par l'eau de chaux; on filtre et l'on sépare l'excès de chaux par le carbonate d'ammoniaque.

» Le liquide obtenu renferme alors du biuret et du nitrate de guanidine. L'acide nitrique provient de l'électrolyse de l'ammoniaque, mais ne se forme pas en quantité suffisante pour donner naissance à du nitrate d'urée, puisque l'on peut obtenir directement l'urée par cristallisation de la solution alcoolique brute.

» On sépare le biuret du nitrate de guanidine en faisant cristalliser en liqueur étendue : le biuret, moins soluble, cristallise le premier sous la forme de mamelons. Ces mamelons, redissous, donnent du biuret tout à fait pur, cristallisé en aiguilles, après plusieurs cristallisations dans l'ammoniaque faible et l'alcool et séparation d'un peu de matière insoluble.

» Le liquide dont on a séparé les mamelons est concentré et laisse déposer une abondante cristallisation de nitrate de guanidine que l'on purifie par cristallisations successives dans l'eau et dans l'alcool.

» Le nitrate de guanidine cristallise en tables hexagonales dont trois côtés sont souvent supprimés et donnent des cristaux en forme de triangles.

» Le biuret et le nitrate de guanidine ainsi obtenus ont exactement la composition centésimale et les propriétés de ces corps.

» Quant à la matière blanc jaunâtre séparée en premier lieu par évaporation de la solution alcoolique ou par la précipitation au sous-acétate de plomb, on la purifie par plusieurs dissolutions à chaud et précipitations à froid; on sépare chaque fois un peu de matière devenue insoluble, probablement par suite de polymérisation, et l'on traite la solution bouillante par le sous-acétate de plomb; on filtre et l'on décompose la liqueur par l'hy-

drogène sulfuré à chaud. Le liquide concentré laisse déposer par refroidissement une matière blanche qui, séchée et analysée, a donné la composition et les propriétés de l'ammélide ou acide mélanurique de Gerhardt. Le sel d'argent a la composition centésimale de l'ammélidate d'argent.

» On obtient donc, dans cette électrolyse, par action directe du charbon sur l'ammoniaque :

» Une matière azulmique, dont j'étudie en ce moment les produits d'oxydation;

» L'urée et ses produits de décomposition : l'ammélide, le biuret, la guanidine.

» L'urée et la guanidine proviennent vraisemblablement de l'action de l'acide carbonique naissant sur l'ammoniaque avec élimination d'eau;

» Le biuret, de la réaction de l'acide carbonique sur la guanidine;

» L'ammélide, de l'action de l'acide carbonique et de l'ammoniaque sur le biuret.

» Je n'ai pas observé, dans ces produits, la formation de l'acide cyanurique qui devrait prendre naissance par l'action de l'acide carbonique sur le biuret, probablement par suite de la présence de l'ammoniaque qui donne, dans ces conditions, naissance à l'ammélide.

» MM. Bartoli et Papasogli ont électrolysé le charbon en solution ammoniacale; mais, pour rendre le liquide plus conducteur, ils ont ajouté une solution de sel marin. Dans ces conditions, il se produit du chlore naissant, et l'on ne peut obtenir les produits précédents qui sont détruits par le chlore. On se trouve alors placé dans les conditions de l'électrolyse d'une solution alcaline sodique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un alcoolate de potasse cristallisé.* Note de M. **Engel**, présentée par M. Friedel.

« La solution alcoolique de potasse se comporte, tantôt comme la solution aqueuse, tantôt au contraire comme si elle renfermait de l'éthylate de potasse. Son action sur un grand nombre de composés organiques, par exemple, est toute différente de celle de la potasse dissoute dans l'eau.

» Les faits qui suivent donnent l'explication de cette différence d'action.

» J'ai observé en effet qu'à froid la solution alcoolique de potasse était

constituée par la dissolution dans l'alcool d'un composé cristallisé :

$$KOH + 2C^2H^6O,$$

correspondant à l'hydrate $KOH + 2H^2O$.

» Pour préparer ce composé d'alcool et de potasse, on suspend dans de l'alcool absolu un panier de platine rempli de fragments de potasse caustique fondue qu'on renouvelle jusqu'à complète saturation du liquide. Celui-ci se sépare en deux couches : une inférieure, très peu abondante, qui est une solution aqueuse de potasse ; une supérieure, légèrement brune, qui est la solution alcoolique.

» La couche aqueuse inférieure provient sans doute du peu d'eau que renferme toujours la potasse et des traces d'eau de l'alcool absolu ; peut-être aussi de la formation d'un peu d'éthylate de potasse.

» La couche alcoolique saturée à 25° avait, dans une expérience, une densité de 1,039 et renfermait 20 pour 100 de potassium.

» En maintenant pendant vingt-quatre heures à 0° ce liquide alcoolique, on constate la formation d'un abondant dépôt de cristaux en grandes lames, occupant tout le volume du liquide et retenant les liqueurs mères. On peut les séparer de la partie liquide par un rapide essorage.

» Le liquide ainsi séparé des cristaux n'avait plus, dans l'expérience que je décris, que la densité 0,980 et ne renfermait que 16,9 pour 100 de potassium.

» Les cristaux essorés sont d'un beau blanc, onctueux au toucher, très rapidement altérables à l'air.

» Ils ont donné à l'analyse les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé pour $KOH + 2C^2H^6O$.
K	26,6	26,35
	26,5	
	26,6	
C^2H^6O obtenu par distillation avec de l'eau	62,6	62,1
	62,8	
H obtenu par la combustion	8,16	8,10
	8,30	

» Le corps analysé a donc bien la formule $KOH + 2(C^2H^6O)$; je l'appellerai *alcoolate de potasse*. On a donné le même nom d'*alcoolates* aux combinaisons d'alcools et de bases dans lesquels le métal s'est substitué à l'hydrogène de l'alcool. Pour éviter toute confusion dans la nomenclature, je

propose de réserver le nom de *méthylates*, d'*éthylates*, etc., à ces derniers corps et d'appeler *alcoolates* les composés dans lesquels l'alcool joue un rôle analogue à celui de l'eau de cristallisation.

» L'alcoolate de potasse conservé en flacons bien bouchés se maintient inaltéré à 0°. Mais, à une température plus élevée déjà, vers 30°, il semble se transformer lentement en éthylate. Dans tous les cas, vers 60°, ces cristaux fondent et, après quelques heures, on constate que le liquide se sépare en deux couches dont l'inférieure est une solution *aqueuse* de potasse : cette décomposition est rapide à 100°-120°.

» L'alcoolate de potasse donne donc naissance à de l'eau sous l'influence de la chaleur, et, comme il n'y a pas en même temps formation d'éther, il en résulte qu'il s'est formé de l'éthylate de potasse d'après la formule

$$KOH + 2(C^2H^6O) = C^2H^5OK + C^2H^6O + H^2O.$$

» L'eau formée se sature de potasse. Quant au liquide alcoolique surnageant, il se prend par le refroidissement en une masse de fines aiguilles tout à fait différentes des cristaux précédents. Ces aiguilles sont imprégnées d'un liquide. Elles sont tellement déliquescentes qu'il est à peu près impossible de les isoler. Elles m'ont paru, d'après deux analyses, répondre à la formule $C^2H^5OK + C^2H^6O$. Mais ces analyses n'ont pu être faites que sur un produit encore imprégné du liquide générateur.

» Dans tous les cas, la formation d'eau par l'action de la chaleur sur le corps $KOH + 2(C^2H^6O)$ maintenu en tubes scellés, sans production simultanée d'éther, suffit pour démontrer la formation d'éthylate de potasse et pour expliquer par suite l'action de la solution alcoolique de potasse sur certains composés organiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide propionique*. Note de M. **Ad. Renard**, présentée par M. Berthelot.

« L'acide propionique se rencontre en proportion assez notable, mélangé de petites quantités d'acides acétique, butyrique et valérique, dans les goudrons résultant de la pyrogénation de la colophane à la température du rouge vif.

» Pour l'extraire, on traite par de la lessive de soude les essences légères provenant de la distillation de ces goudrons et passant avant 200°.

La liqueur obtenue est soumise à l'évaporation jusqu'à consistance sirupeuse, puis introduite dans une cornue et traitée par de l'acide sulfurique en excès qui, en général, détermine immédiatement la séparation d'une certaine quantité d'acide propionique qui remonte à la surface sous forme d'une couche huileuse noirâtre. On distille et, par addition au produit distillé de chlorure de calcium, l'acide propionique se sépare mélangé d'un peu d'acides butyrique et valérique. Quant à l'acide acétique, vu sa faible proportion, il reste en presque totalité en solution dans l'eau. Pour épurer l'acide propionique ainsi obtenu, on n'a plus qu'à le soumettre à quelques rectifications dans un appareil Le Bel et Henninger.

» Vers 99°, de l'eau chargée d'acide propionique passe à la distillation, puis bientôt le thermomètre monte à 141°-142° et l'acide propionique distille. La liqueur aqueuse provenant du commencement de la distillation, traitée par du chlorure de calcium, fournit une nouvelle quantité d'acide propionique qui se sépare sous forme d'une couche huileuse qu'on rectifie comme précédemment.

» L'acide propionique bout à 141°,5-142° ($h = 0,755$). Sa densité par rapport à l'eau à $+4° = 1,0089$ à 0° et 0,9904 à $+18°$. Refroidi à $-50°$, il reste liquide.

» Il est soluble en toutes proportions dans l'eau, l'alcool, l'éther, la benzine, les essences de pétrole.

» La solution aqueuse soumise à la distillation bout à 98°,6-99°,5 et le produit distillé renferme des proportions d'acide variant avec la quantité d'eau contenue dans le mélange. Quand la proportion d'acide, dans le mélange primitif, atteint au moins 40 pour 100, on obtient d'abord un liquide aqueux bouillant à 99°,5, renfermant 30 pour 100 d'acide, puis, vers la fin, le thermomètre monte rapidement à 141°-142°, température à laquelle l'acide propionique distille.

» Le chlorure de calcium le sépare de sa solution aqueuse; par le repos il remonte sous forme d'une couche huileuse renfermant 96 à 97 pour 100 d'acide anhydre, que la distillation décompose en acide à 30 pour 100 et acide anhydre. Quant à la solution de chlorure de calcium elle renferme une quantité constante de 8 pour 100 d'acide qu'on ne peut isoler par de nouvelles additions du même sel.

» Le sel marin et le sulfate de sodium ne le séparent pas de sa solution aqueuse; mais, lorsqu'il est mélangé, même à de faibles proportions, d'acides butyrique ou valérique, la séparation a lieu. Il en est de même si l'on ajoute à la liqueur salée de l'essence de pétrole ou de la benzine, les carbures

remontent à la surface entraînant avec eux la majeure partie de l'acide propionique dissous.

» L'acide acétique a une action inverse; mélangé à de l'acide propionique dissous dans l'eau, il en empêche sa séparation par addition de chlorure de calcium; mais, en agitant la liqueur acide avec de la benzine, celle-ci entraîne l'acide propionique en proportion d'autant plus grande que la quantité d'acide acétique est moindre. Un mélange de parties égales d'acide acétique et d'acide propionique, étendu de son volume d'eau et saturé de chlorure de calcium, étant épuisé à trois ou quatre reprises différentes par de l'essence de pétrole, abandonne à cette dernière 70 pour 100 de l'acide propionique qu'il renferme, qu'on peut ensuite extraire par un lavage à la lessive de soude, évaporation et distillation de sel de sodium obtenu en présence d'acide sulfurique, puis addition au produit distillé de chlorure de calcium. Si la proportion d'acide acétique contenu dans le mélange est moindre, le rendement en acide propionique est plus élevé.

» Ces diverses réactions pourront peut-être présenter quelque intérêt au point de vue de la séparation de l'acide propionique des liquides et surtout des acides avec lesquels il est souvent mélangé. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Recherches sur le développement de la betterave à sucre; conclusion générale.* Note de M. **Aimé Girard**, présentée par M. Peligot.

« Le phénomène essentiel par lequel se caractérise la première année de la végétation de la betterave à sucre est la formation d'une souche considérable dans laquelle le poids de saccharose emmagasiné s'élève à 100^{gr} et même quelquefois à 150^{gr} par sujet.

» Quelle est l'origine de ce saccharose, par quel mécanisme, en une période végétative de quatre mois environ, la plante parvient-elle à le former d'abord, à l'emmagasiner ensuite? C'est là un problème dont la solution préalable paraît indispensable aux recherches entreprises dans le but d'améliorer par la méthode scientifique les qualités saccharogéniques de la betterave.

» Pour approcher autant que possible de cette solution, il convient d'abord de déterminer aux époques successives de la végétation l'accroissement personnel et relatif des trois parties principales dont la plante est formée : souche, bouquet de feuilles, pivot et radicelles réunis. Cette détermination, les chiffres suivants la résument en centièmes du poids de la plante totale.

	8 juin.	19 juin.	2 juill.	15 juill.	29 juill.	10 août.	25 août.	8 sept.	18 sept.	1er oct.
Souche............	6,8	15,1	24,8	29,5	38,9	45,7	52,0	57,3	59,8	63,3
Bouquet de feuilles.	83,1	80,1	72,8	68,5	59,3	52,8	46,2	41,2	38,7	35,2
Pivot et radicelles..	10,1	4,8	2,4	2,0	1,8	1,5	1,8	1,5	1,5	1,5
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

» Les chiffres qui précèdent permettent aussitôt de caractériser la physionomie de la plante ; pendant les deux premiers mois de sa végétation, ainsi que nombre d'observateurs l'ont déjà constaté, l'appareil foliacé prédomine, et c'est à se constituer lui-même que son activité s'applique surtout. L'importance de la souche est faible à ce moment; quant à l'appareil radiculaire, son importance, notable au début, diminue rapidement et bientôt c'est à 2 pour 100 du poids de la plante que s'en abaisse la proportion.

» Pendant les deux derniers mois de la végétation, c'est dans des conditions tout autres que la végétation se poursuit. L'appareil aérien et l'appareil radiculaire augmentent, à la vérité, mais dans des proportions si faibles, que souvent on est amené à considérer le premier comme stationnaire. La souche, au contraire, augmente rapidement son poids et, en fin de campagne, représente les deux tiers environ du poids de la plante tout entière.

» Pour chacune des parties de cette plante, si les conditions météorologiques ont été normales, cet accroissement est régulier, et c'est par des lignes presque droites que la représentation graphique le traduit aussi bien pour la souche que pour les racines, que pour le bouquet lui-même, lorsque, bien entendu, on fait rentrer en compte le poids des feuilles fanées.

» Inégal au point de vue de son intensité pour chacune de ces trois parties, faible pour les feuilles et les racines, considérable, au contraire, pour la souche, cet accroissement conserve sa régularité lorsqu'il s'applique à la plupart des produits dont les unes et les autres sont composées : ligneux, matières minérales, matières organiques solubles, c'est-à-dire en cours d'élaboration.

» De telle sorte que, si on laisse de côté quelques-uns des produits qui interviennent à leur constitution, c'est en un état de composition sensiblement constant que chacune des parties de la plante se maintient pendant la période la plus importante de la végétation, c'est-à-dire depuis le mois de juillet jusqu'à la fin de la campagne. Mais, comme je l'indiquais à l'instant, il est, à cette règle, des exceptions qui, si elles sont peu nombreuses, n'en ont pas moins, au point de vue de l'établissement de la plante et de sa

végétation, au point de vue également des applications industrielles qu'elle reçoit, les conséquences les plus grandes.

» C'est ainsi que l'analyse des racines et radicelles nous les montre s'enrichissant rapidement en tissu ligneux et acquérant, de ce fait, une solidité chaque jour plus grande.

» C'est ainsi que l'étude des feuilles, et notamment des limbes, nous montre les proportions du saccharose variant dans une mesure relativement importante, sous l'influence de la lumière, alors que, à côté du saccharose, les autres produits qui interviennent à la composition du tissu végétal ne varient que dans une mesure relativement restreinte.

» C'est ainsi enfin que l'examen de la souche, aux diverses époques de la végétation, nous montre l'accroissement de sa richesse saccharine, intimement lié aux conditions météorologiques, et notamment à l'abondance des pluies que la plante a pu recevoir, nous montre, en un mot, la souche s'accroissant régulièrement en poids, quelles que soient ces conditions, mais se chargeant, soit en eau, soit en sucre suivant les circonstances, et conservant, en tout cas, le sucre que la végétation précédente y a déjà emmagasiné.

» Des considérations qui précèdent et de la discussion des chiffres si nombreux que l'analyse des diverses parties de la plante m'a fournis résulte, ce me semble, la possibilité de définir les conditions dans lesquelles la vie de la betterave à sucre se développe, les conditions dans lesquelles se forme la masse importante de saccharose que cette souche emmagasine.

» Dès les premiers mois de sa végétation, la betterave affirme son caractère prochain : alors que son poids atteint 1^{gr} à peine, elle contient déjà 1,5 pour 100 de sucre. Cependant, c'est à constituer surtout son appareil aérien et son appareil radiculaire que la plante travaille alors; mais bientôt, et dès le milieu de juillet, sa végétation prend une allure différente. Chaque jour, sous l'influence directe du soleil, les limbes des feuilles fabriquent une proportion nouvelle de saccharose; chaque jour, à travers les pétioles, une quantité de ce saccharose, que l'on peut évaluer à 1^{gr} environ, se dirige vers la souche, tandis que, d'autre part, enlevées au sol par les radicelles, une masse d'eau variable, une quantité de matières minérales que l'on peut estimer à $0^{gr},150$ ou à $0^{gr},200$, se dirigent vers la souche et vers le bouquet des feuilles.

» La partie essentielle de la plante, cette souche qui, en fin de campagne, représente les deux tiers du poids total de celle-ci, ne doit plus alors être considérée que comme un réseau végétal qui, pendant la première

année de la vie de la betterave, croît régulièrement avec le temps, et dont le tissu cellulo-vasculaire, d'une composition sensiblement constante pendant toute la durée de cette végétation, se remplit, régulièrement aussi, d'eau et de sucre se remplaçant l'une l'autre, suivant les circonstances météorologiques, et formant, en tout cas, une somme qui, tout au moins pour la race que j'ai étudiée, représente 94 pour 100 du poids de la souche. »

ZOOLOGIE. — *La loi des connexions appliquée à la morphologie des organes des Mollusques et particulièrement de l'Ampullaire*. Note de M. **E.-L. Bouvier**, présentée par M. de Quatrefages.

« L'Ampullaire est un prosobranche à la fois pulmoné et branchifère. Le toit de sa vaste cavité palléale se dédouble pour former un poumon spacieux, qui rejette à droite la branchie monopennée, à gauche la fausse branchie bipennée. Le pénis se trouve à droite sur le manteau. Jusqu'ici, la signification morphologique de ces différents organes était restée douteuse; en nous appuyant sur les connexions très constantes qui, chez les Prosobranches, existent entre le système nerveux et les différentes parties du corps, nous avons pu la préciser et l'étendre à un grand nombre de Prosobranches.

» Dans sa partie antérieure, le système nerveux de l'Ampullaire rappelle celui des Scutibranches par la présence de quatre colliers nerveux (proboscidien, sympathique, pédieux et commissural) ayant tous pour partie commune les ganglions cérébroïdes avec leur longue commissure. La masse sous-œsophagienne est rectangulaire. Les deux côtés latéraux du rectangle sont ganglionnaires et paraissent comprendre chacun un ganglion antérieur et un ganglion postérieur. Les deux ganglions antérieurs sont réunis par une épaisse commissure; la commissure des deux ganglions postérieurs est moins forte. Chaque ganglion postérieur envoie en arrière un puissant cordon; les deux cordons se réunissent dans le ganglion viscéral bilobé situé à droite du péricarde. Une anastomose qui passe obliquement au-dessus de l'œsophage unit le ganglion postérieur droit à un ganglion allongé situé sur le cordon gauche.

» Les ganglions cérébroïdes et sympathiques se reconnaissent aisément; on voit aussi sans peine que les deux ganglions antérieurs de la masse sous-œsophagienne sont des ganglions pédieux. Mais, sans la loi des con-

nexions, on ne saurait interpréter les autres parties d'un système nerveux qui rappelle si peu celui des Prosobranches. Le ganglion allongé situé sur le cordon gauche est un ganglion supra-intestinal, puisqu'il innerve à la fois la partie antérieure de la branchie et la fausse branchie. Mais le nerf de la fausse branchie se dédouble et innerve aussi le bord gauche du manteau, exactement comme le nerf palléal gauche issu du ganglion commissural gauche des autres Prosobranches. On explique cette anomalie en observant que, chez la plupart des Prosobranches, le nerf branchial antérieur et le nerf palléal sont réunis par une anastomose qui est très courte et très rapprochée du ganglion supra-intestinal chez la Janthine. Exagérons cette disposition et nous verrons chez l'Ampullaire le nerf palléal gauche se rendre directement dans le ganglion supra-intestinal pour en sortir confondu avec le nerf branchial antérieur. Mais alors le ganglion postérieur gauche de la masse sous-œsophagienne représente le ganglion commissural gauche, et c'est bien là en effet sa vraie nature, puisqu'il innerve les parois du corps et le muscle columellaire. La position des connectifs issus des ganglions concorde avec cette conclusion; elle indique en outre que le ganglion postérieur droit est au moins le ganglion commissural droit. Mais ce ganglion innerve, comme le ganglion subintestinal des autres Prosobranches, les parois du corps, le muscle columellaire et le manteau à droite; on doit donc le considérer comme équivalent à la réunion du ganglion commissural droit et du ganglion subintestinal, plus confondus encore que chez le Buccin et la Calyptrée. Voici quelle est, dès lors, la commissure viscérale de l'Ampullaire. Sa branche subintestinale se rend directement du ganglion commissural droit au ganglion subintestinal, puis se dirige en arrière pour aboutir au ganglion viscéral. Sa branche supra-intestinale se rend, en passant obliquement par-dessus l'œsophage, du ganglion commissural droit au ganglion supra-intestinal, puis se dirige en arrière pour se terminer dans le ganglion viscéral. Nous avons vu que le ganglion commissural droit est confondu avec le ganglion sub-intestinal; par conséquent, l'*Ampullaire est à la fois chiastoneure et zygoneure*.

» La loi des connexions apparaît avec une évidence frappante dans l'innervation du pénis de l'Ampullaire. Ici, en effet, le pénis est une dépendance du manteau, cas très rare s'il n'est pas unique, et nous voyons qu'il est innervé par le nerf palléal droit. Ainsi, suivant que le pénis est une dépendance du pied, de la tête ou du manteau, il est innervé par les ganglions pédieux, cérébroïdes ou palléaux, et l'on peut dire, par suite, que *le pénis est une dépendance du pied* (Glaucus, nombreux Prosobranches),

de la tête (Pulmonés, Pleurobranche, Calyptrée) *ou du manteau* (Ampullaire) *suivant qu'il est innervé par les ganglions pédieux, cérébroïdes ou palléaux*. Pour Jhering, le pénis serait toujours innervé par les ganglions cérébroïdes.

» L'épipodium de l'Ampullaire est innervé par les ganglions commissuraux et non, comme le dit Jhering, par les ganglions pédieux; c'est donc une formation palléale ou au moins une expansion des parois du corps. Or, chez la Jauthine, l'épipodium reçoit ses nerfs des ganglions pédieux, par conséquent *les formations appelées épipodiales n'ont pas toutes la même signification morphologique, puisque les unes sont des dépendances du pied, les autres des dépendances du manteau* ou des parois du corps.

» Pour la plupart des auteurs (Claus, Jhering, P. Fischer, etc.), la grande branchie des Cténobranches correspond à la branchie droite des Zeugobranches, la fausse branchie, souvent bipennée, à la branchie gauche des mêmes Zeugobranches. D'ailleurs, ces derniers ont à la base de chaque branchie une saillie particulière, décrite par Spengel sous le nom d'*organe olfactif*. Or, chez les Zeugobranches, la branchie et l'organe olfactif gauches sont innervés par les mêmes nerfs issus de la branche supra-intestinale de la commissure viscérale, la branchie et l'organe olfactif droits par des nerfs issus de la branche subintestinale de la même commissure. Mais, chez tous les Cténobranches, y compris l'Ampullaire, la branchie et la fausse branchie sont innervées par la branche supra-intestinale de la commissure, d'où l'on conclut que, *chez l'Ampullaire et chez tous les Cténobranches, la branchie et la fausse branchie correspondent à la branchie et au soi-disant organe olfactif gauches des Zeugobranches*.

» Par conséquent, la fausse branchie de l'Ampullaire ne correspond pas à la branchie des Néritines, et son système nerveux n'est pas orthoneure. C'est pour ces deux raisons pourtant que Jhering voyait dans les Ampullaires les Gastéropodes les plus voisins des Néritidés, bien qu'il les plaçât, chose étrange, à côté des Calyptréidés. Par contre, Woodward range l'Ampullaire parmi les Paludinidés, et P. Fischer entre les Paludinidés et les Cyclostomidés. La présence d'un épipodium et d'un bourrelet dorsal rapprochent, en effet, l'Ampullaire des Paludines; mais des caractères plus importants, tels que le système nerveux zygoneure, la présence d'une fausse branchie bipennée et la différence des dents radulaires, les en séparent. Nous plaçons l'Ampullaire parmi les Ténioglosses zygoneures, au voisinage des Calyptréidés qui ont le plus grand nombre de traits communs avec elle.

» Nos recherches, faites au laboratoire de Malacologie du Muséum, se limitent aux trois espèces suivantes : *Ampullaria carinata* (Swainson), *A. polita* (Deshayes) et *A. zonata* (Spix). »

ZOOLOGIE. — *Sur la présence de Ricins dans le tuyau des plumes des Oiseaux.* Note de M. **Trouessart**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Dans une précédente Communication ([1]), j'ai appelé l'attention de l'Académie sur la présence d'Acariens appartenant à plusieurs genres (*Syringophilus,* Analgésiens, etc.) dans le tuyau des plumes, du vivant de l'oiseau.

» Jusqu'à présent on n'avait rien observé d'analogue pour les Ricins ou *Mallophages,* insectes aptères qui vivent avec de nombreux Sarcoptides dans le plumage des oiseaux. Un fait récent nous permet d'affirmer que, dans certaines circonstances, les Ricins pénètrent également dans le tuyau des plumes et y vivent à la manière des Syringophiles.

» Sur les ailes d'un Courlis (*Numenius arquatus*) tué à la chasse, en décembre 1885, par M. René Martin et que cet ornithologiste distingué avait bien voulu m'envoyer pour la recherche des Sarcoptides plumicoles, mon attention fut attirée par de singulières perforations que présentaient deux ou trois des grandes pennes à chaque aile. Ces perforations rondes ou elliptiques, semblables comme aspect et dimension à des trous d'épingle, étaient situées dans le sillon du rachis, à la face inférieure de la plume, ou sur le côté, près de l'insertion des barbes, à $0^{m},02$ environ de l'ombilic supérieur, mais toujours sur la partie blanche et opaque de la tige, plus tendre et plus facile à percer que la région transparente, cornée, qui forme la base du tuyau. Ces perforations donnaient accès dans l'intérieur, vers la partie du tuyau qui se prolonge, en se rétrécissant en bec de flûte, vers l'extrémité libre de la plume. A côté de ces trous, on voyait des empreintes ayant la même forme et les mêmes dimensions, mais n'intéressant pas toute l'épaisseur de la paroi, semblables à des trous inachevés. Ces empreintes sont la preuve évidente que les ouvertures ont été percées *du dehors au dedans*.

» Ces plumes, examinées par transparence, ne montrent plus trace des

([1]) Voir *Comptes rendus*, t. XCIX (1884), p. 1130.

cônes qui forment des sortes de cloisons à l'intérieur du tuyau : à la place on y distingue des objets mobiles dont la nature ne peut être déterminée sans un examen plus approfondi. Si, à l'aide de ciseaux fins, on fend alors le tuyau, on en fait sortir les insectes qui sont évidemment les auteurs de ces perforations. Chaque plume renferme cinq à six cadavres de Ricins, du genre *Colpocephalum* (1), pour la plupart femelles, avec des fèces noirâtres, comme preuve d'un séjour prolongé dans cette espèce de chambre où ces insectes ont pu se nourrir, comme les Syringophiles, de la substance des cônes qu'ils ont détruits peu à peu. En outre, ces femelles ont pondu leurs œufs que l'on voit, par transparence, collés sur la paroi interne du tuyau, où ils forment des spirales plus ou moins régulières, se touchant tous par leur plus petit diamètre. La plupart de ces œufs sont des coques vides : deux ou trois seulement renferment encore des embryons à peu près complètement développés.

» Si, arrachant l'une de ces plumes, on l'examine avec soin du côté de son insertion, on y trouve, presque toujours, un second trou situé sur le côté à 5^{mm} environ de l'ombilic inférieur. Cette seconde ouverture est évidemment le *trou de sortie* des jeunes larves récemment écloses, trou dont les parents n'ont pu faire usage, puisqu'ils ont laissé leurs cadavres dans le tuyau après avoir accompli la fonction de reproduction qui est le terme ordinaire de leur vie.

» On conçoit facilement que ces Ricins, en pénétrant ainsi dans le tuyau des plumes, ont dû être guidés par un instinct très sûr qui les poussait à rechercher un milieu clos et à une température égale, propre à l'éclosion de leurs œufs pendant la saison d'hiver, époque où l'oiseau a été tué. Le tuyau des plumes leur offrait à la fois le vivre et le couvert, puisque les cônes ont été dévorés soit par les parents, soit par les jeunes après leur sortie de l'œuf. La matière pulpeuse de ces cônes, se desséchant beaucoup plus lentement que les parties extérieures de la plume, doit parfaitement convenir à ces derniers pendant leur premier âge. Quant aux parents, il est évident que leur grande taille ne leur permet pas de se servir, pour pénétrer dans le tuyau, des ouvertures naturelles et notamment de l'ombilic supérieur, comme le font vraisemblablement les Syringophiles et les Anal-

(1) M. le Dr Piaget, le savant spécialiste, à qui nous avons soumis ces insectes, les considère comme appartenant à une espèce ou variété nouvelle qu'il propose de désigner sous le nom de *Colpocephalum triseriatum*.

gésiens. Mais leurs puissantes mandibules, habituées à triturer la substance des plumes dont ils se nourrissent, leur permettent de creuser les trous qui font l'objet de cette observation.

» Resterait à déterminer, d'une façon plus précise, quelles sont les conditions particulières de la vie de l'oiseau qui nécessitent, de la part des Ricins, cette espèce de migration à l'intérieur des plumes. C'est ce qu'il y aura lieu d'élucider par des recherches ultérieures, faites autant que possible sur l'oiseau frais, condition que nous n'avons pu remplir dans le cas présent, par suite de circonstances indépendantes de notre volonté. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'absorption de l'acide carbonique par les feuilles*. Note de MM. **Dehérain** et **Maquenne**.

« Quand on réfléchit à l'extrême parcimonie avec laquelle l'acide carbonique est répandu dans l'atmosphère, on est étonné qu'en quelques mois de végétation les plantes annuelles puissent accumuler la masse énorme de carbone qu'elles renferment, et nous avons voulu savoir si l'acide carbonique ne serait pas absorbé par les feuilles avec une énergie qui compenserait sa rareté.

» Tandis que la décomposition de l'acide carbonique par la cellule à chlorophylle a donné lieu à un grand nombre de travaux importants, la première phase de ce phénomène, l'absorption de l'acide carbonique par les feuilles, a été, jusqu'à présent, négligée. Nous abordons aujourd'hui son étude, en déterminant la valeur de cette absorption dans le cas particulier où la pression de l'acide carbonique est égale à la pression de l'atmosphère.

» L'appareil employé consiste en un système de deux tubes verticaux, de $0^m,80$ de longueur, divisés en millimètres et reliés par leur partie inférieure, comme ceux d'un voluménomètre; ils communiquent, en outre, avec un réservoir à mercure que l'on peut déplacer le long de la tige d'un support spécial; ces tubes sont entourés d'un manchon rempli d'eau, que l'on maintient à une température rigoureusement constante.

» L'un des tubes est ouvert à sa partie supérieure et joue le rôle de manomètre; l'autre, qui sert de mesureur, porte un tube en croix dont chaque branche est munie d'un bon robinet; l'une de ces branches est en relation constante avec une trompe à mercure.

» Enfin, le mesureur a été jaugé, et une Table de correspondance permet

de connaître, à quelques centièmes de centimètre cube près, le volume compris entre le robinet supérieur et un point quelconque de la graduation.

» Pour faire une expérience, on enferme dans le mesureur une certaine quantité d'air normal, saturé de vapeur d'eau, puis on mastique, à l'une des branches du tube en croix dont nous venons de parler, un tube semblable à ceux qui nous ont servi dans l'étude de la respiration, et dans lequel on a placé 10^{gr} de feuilles fraîches. Ce tube est lui-même maintenu par un bain d'eau à température constante; on y fait le vide complètement, puis, établissant la communication avec le mesureur et ramenant le gaz à la pression atmosphérique par un déplacement convenable du réservoir à mercure, on détermine le volume d'air qui est entré.

» Cela fait, on remplace le gaz du mesureur par de l'acide carbonique pur, et on répète exactement la même manœuvre. On reconnaît alors, après avoir, comme précédemment, ramené le gaz à la pression normale, que la diminution de volume de l'acide carbonique est beaucoup plus considérable que celle qu'on avait observée dans le cas de l'air; parfois même, le niveau du mercure est plus élevé que si le tube était vide de feuilles.

» A la température ordinaire, l'absorption est instantanée : le mercure reste immobile pendant quelque temps, puis s'abaisse lentement par suite de la formation d'acide carbonique par respiration intra-cellulaire. A zéro, l'absorption est plus lente; le mouvement ascensionnel du mercure se prolonge alors pendant cinq ou six minutes.

» Si l'on admet que l'air n'est pas absorbé par les feuilles en quantité sensible (on trouve des résultats identiques avec l'hydrogène), la différence entre les volumes observés dans ces deux expériences successives donne la mesure de l'acide carbonique absorbé, et, si l'on ramène les volumes gazeux à zéro et 760, on peut en déduire le coefficient d'absorption de l'acide carbonique pour 1^{gr} de feuilles.

» C'est ainsi qu'on a calculé les nombres suivants :

Coefficients d'absorption de l'acide carbonique pour 1^{gr} de feuilles.

Températures.	Fusain vieux.	Lilas.	Fusain jeune.	Laurier.	Trèfle.
0°	1,08	1,23	1,29	1,35	1,40
5	0,95	1,13	1,13	1,16	1,23
10	0,81	0,98	0,98	1,01	1,07
15	0,70	0,87	0,89	0,88	0,94
20	0,61	0,75	0,75	0,77	0,82
Eau pour 100 de feuilles..	66,3	74,4	75,4	76,4	77,7

» On voit, à l'inspection de ces chiffres, que la quantité d'acide carbonique absorbé varie avec les espèces, mais qu'elle est toujours en rapport avec la proportion d'eau que renferment les feuilles.

» Lorsqu'on opère dans une atmosphère d'acide carbonique pur, l'absorption de ce gaz paraît donc être due principalement à un phénomène de dissolution, qui se produit instantanément à cause de l'énorme surface que présentent les organes absorbants.

» Cependant, si l'on calcule, à l'aide de ces premières données, le coefficient d'absorption de l'acide carbonique par l'eau des feuilles, on trouve souvent, ainsi qu'on peut le voir dans le Tableau ci-joint, des nombres supérieurs à ceux qu'a donnés Bunsen pour l'eau pure.

Coefficient d'absorption de l'acide carbonique par l'eau des feuilles.

Températures.	Fusain vieux.	Lilas.	Fusain jeune.	Laurier.	Trèfle.	Eau pure.
0°	1,62	1,70	1,75	1,74	1,81	1,80
5	1,42	1,50	1,48	1,54	1,58	1,45
10	1,22	1,31	1,30	1,31	1,37	1,19
15	1,08	1,17	1,15	1,16	1,20	1,00
20	0,91	1,01	1,00	1,01	1,07	0,90

» Ainsi, si l'on écarte les expériences exécutées à zéro, le liquide qui gorge les feuilles absorbe l'acide carbonique en plus forte proportion que l'eau ne le dissout. Cette différence s'accentue bien davantage quand on diminue la pression de l'acide carbonique en le mélangeant avec un autre gaz comme l'air atmosphérique ou l'azote : nous étudions actuellement cette seconde partie de notre sujet, et nous espérons pouvoir bientôt rendre compte à l'Académie des résultats obtenus.

» Des expériences déjà exécutées découlent les conclusions suivantes :

» 1° La proportion d'acide carbonique pur que les feuilles absorbent sous la pression atmosphérique varie avec la quantité d'eau qu'elles renferment.

» 2° Le coefficient d'absorption de l'acide carbonique par l'eau des feuilles est, dans les limites ordinaires de température, supérieur au coefficient de solubilité du même gaz dans l'eau.

» 3° Cette absorption est extrêmement rapide, ce qui explique comment les feuilles arrivent à s'emparer, pour s'en nourrir, des quelques dix-millièmes d'acide carbonique que renferme l'air normal. »

MINÉRALOGIE. — *Sur l'association cristallographique des feldspaths tricliniques.* Note de M. R. **Bréon**, présentée par M. Fouqué.

« Parmi les roches rapportées du Krakatau, il y a quelques labradorites dont les feldspaths, étudiés au point de vue des propriétés optiques, nous ont paru, d'après les valeurs maxima des angles d'extinction, appartenir à des espèces tricliniques différentes. Les microlithes possèdent les extinctions du labrador; quant aux grands cristaux (premier stade de consolidation), les uns présentent les extinctions du labrador, d'autres celles de l'anorthite. Enfin on rencontre, et c'est le cas le plus fréquent, des associations dans lesquelles certaines parties présentent les extinctions du labrador et d'autres celles de l'anorthite. Un grand nombre de ces feldspaths, maclés suivant la loi de l'albite, sont zonés, et, si l'on applique à l'étude de ces bandes concentriques les principes établis par M. Michel Lévy dans son Mémoire sur les positions d'égale intensité lumineuse des minéraux juxtaposés en lame mince, on arrive également à conclure que chacun de ces cristaux zonés est une association de deux feldspaths différents.

» Dans le but de vérifier si telle était réellement la constitution de ces cristaux, nous avons soumis la roche, réduite en lames minces, à l'action de l'acide chlorhydrique concentré et porté à une température d'environ 80°. La durée de l'attaque a varié de deux à six heures. Les préparations, lavées ensuite à grande eau, ont été plongées dans une dissolution aqueuse de fuchsine. La matière colorante se fixe sur les parties gélatinisées et n'agit pas sur les minéraux non attaqués par l'acide. Pour rendre le phénomène plus net et pour obtenir une coloration plus intense, il est bon de laisser évaporer lentement la solution de fuchsine sur la lame mince avant de reprendre par l'eau pour enlever toute la couleur non fixée.

» Les préparations, séchées avec soin, revêtues de baume de Canada et recouvertes d'un verre mince, sont ensuite soumises à l'examen microscopique. On constate alors que les microlithes feldspathiques sont absolument intacts : parmi les grands cristaux, les uns sont intacts, d'autres sont complètement attaqués, le plus grand nombre enfin offrent, dans leur intérieur, un noyau reproduisant la forme extérieure du cristal, complètement attaqué, ne polarisant plus et coloré fortement par la fuchsine, tandis que la zone extérieure est restée incolore et possède les propriétés

optiques du labrador. La séparation entre la partie attaquée et la partie intacte est presque toujours extrêmement nette et tranchée, l'anorthite ayant été attaquée avec facilité et complètement, et le labrador ayant parfaitement résisté. Cependant il est juste de dire que, dans les préparations sur lesquelles on a fait agir l'acide chlorhydrique chaud pendant plus de trois à quatre heures, le labrador a subi un commencement d'attaque. Il se teinte légèrement par la fuchsine, sans perdre toutefois son action sur la lumière polarisée.

» Il est à remarquer que, dans les échantillons maclés suivant la loi de l'albite, on ne voit point de bandes alternantes appartenant les unes au labrador, les autres à l'anorthite. L'association des deux feldspaths ne s'est pas faite sous forme de macle, elle s'est opérée par la superposition de zones concentriques, l'anorthite ayant cristallisé tout d'abord et s'étant enveloppée d'une sorte de revêtement cristallin de labrador, sans que la forme ait subi aucune modification notable. La cristallisation de l'anorthite avant celle du labrador s'explique, du reste, aisément par sa fusibilité moindre au sein d'un magma igné comme celui qui a donné naissance à la roche.

» Ainsi, il s'agit ici d'une association physique d'anorthite et de labrador, association qui démontre nettement l'épreuve chimique corroborant les données optiques. Déjà, à propos des laves de Santorin, M. Fouqué avait prouvé que, dans une même roche, on pouvait rencontrer simultanément à l'état de grands cristaux plusieurs feldspaths tricliniques.

» Dans le fait que nous signalons, il y a non seulement présence simultanée du labrador et de l'anorthite dans la même roche, mais encore englobement de l'un des feldspaths par l'autre.

» C'est un cas d'isomorphisme mécanique bien différent de l'isomorphisme chimique formulé par Mitscherlich; nous ne croyons pas cependant qu'on puisse voir dans cette observation une confirmation de la théorie de Tschermak d'après laquelle tous les feldspaths tricliniques seraient des associations d'albite et d'anorthite par voie d'isomorphisme mécanique.

» Accessoirement, nous ferons remarquer que l'examen des préparations soumises au traitement que nous avons décrit montre que le fer oxydulé a été dissous; le péridot assez rare dans la roche a été gélatinisé; l'hypersthène, qu'il est assez exceptionnel de rencontrer dans un milieu aussi basique, n'a subi aucune altération, non plus que l'augite, soit en

grands cristaux, soit en microlithes. La matière amorphe, très peu abondante sous forme d'un verre brun très foncé, est attaquée. »

GÉOLOGIE. — *Sur les roches des Corbières appelées ophites.* Note de M. **Viguier**, présentée par M. Fouqué.

« Depuis Fournal, en 1829, de nombreux géologues ont étudié ou cité les roches éruptives des Corbières; Dufrénoy, d'Archiac, M. Noguès, Magnan, Leymerie, empruntant à la géologie pyrénéenne le terme d'*ophite*, si mal défini jusqu'à ces dernières années, l'appliquèrent aux roches également mal connues des Corbières et émirent sur leur composition minéralogique, leur mode d'origine et leur âge, les hypothèses les plus diverses, fausses dans leur trop grande généralisation, mais faisant chacune cependant une part à la vérité.

» Au moment de terminer une étude géologique des Corbières, étude où je traiterai en détail la question de ces roches, je crois pouvoir résumer en quelques mots les conclusions auxquelles je suis arrivé.

» Si, avant les études de pétrographie microscopique, on pouvait rapprocher de l'ensemble des ophites des Pyrénées la série des roches éruptives des Corbières réunies également sous le nom d'*ophite*, on peut dire aujourd'hui sûrement qu'il n'y a pas identité au point de vue pétrographique entre les deux régions. Comme l'avait dit d'Archiac, les roches des Corbières appartiennent à des types minéralogiques divers que M. Noguès a essayé de spécifier dès 1865, mais tout en leur conservant le nom générique d'*ophite*.

» D'après l'étude que j'ai faite de ces roches, étude pour laquelle j'ai trouvé le plus précieux secours au laboratoire de Minéralogie du Collège de France, les types que l'on peut distinguer dans la série éruptive des Corbières sont les suivants :

» 1° *Microgranulite* traversant les schistes siluriens et peut-être dévoniens;

» 2° *Porphyrite andésitique à pyroxène à structure ophitique* (ophite) en filons de quelques centimètres dans les schistes carbonifères;

» 3° *Porphyrite andésitique* antérieure au moins au houiller supérieur;

» 4° *Porphyrite andésitique* probablement postérieure au terrain houiller;

» 5° *Porphyre à quartz globulaire* très voisin des microgranulites et antérieur au terrain houiller;

» 6° *Mélaphyres andésitiques*, dont quelques-uns à labrador.

» La dimension des microlithes d'oligoclase est très variable dans les divers gisements de ces mélaphyres qui présentent souvent la structure amygdaloïde, avec vacuoles remplies de céladonite, de zéolithes, principalement de mésotype et de calcédoine.

» Ces mélaphyres, appartenant au permien ou au trias inférieur, apparaissent dans la région en nombreux affleurements de très peu d'étendue, au-dessous des gypses sédimentaires, très probablement tous keupériens et surmontés par la zone à *Avicula contorta*, mais presque partout représentant seuls le trias, le permien lui-même faisant aussi sans doute entièrement défaut. Il est important d'insister sur le fait que l'on rencontre souvent des gypses, sans que la roche éruptive paraisse se montrer au travers, et, inversement, les gisements de cette dernière ne sont souvent pas accompagnés de gypse; de plus, comme on l'a dit depuis longtemps, bien que cette observation ait été trop négligée, le gypse englobe quelquefois des fragments roulés de la roche.

» Quant aux quartz bipyramidés, fréquents dans les gisements de gypse, je les regarde comme dus à des sources siliceuses spécialement abondantes à cette époque et qui, amenant de la silice dans les mers où se déposait le gypse, ont laissé souvent leur trace dans la masse sous-jacente de la roche éruptive sous forme de filons quartzeux à cristaux plus ou moins incomplets, comme le sont souvent même ceux du gypse.

» Sur le bord oriental des Corbières, où ces mélaphyres sont tous cantonnés, sauf de rares exceptions que j'étudierai plus tard, les affleurements de ces roches sont toujours en relation plus ou moins prochaine avec les couches infrajurassiques, affleurant souvent au fond de vallées de fracture qui mettent le jurassique en contact avec le crétacé supérieur ou le tertiaire et qui rappellent les vallées tiphoniques décrites en Portugal par M. Choffat.

» 7° *Diorite andésitique* à petits éléments, généralement pauvre en amphibole et quartz, mais riche en sphène, paraissant postérieure au moins au trias.

» 8° *Diabase labradorique à amphibole* ayant traversé les couches du lias supérieur à *Hildoceras bifrons*.

» 9° *Basalte labradorique*, certainement quaternaire et identique à ceux d'Agde et de l'Hérault.

» Toute cette série de roches ne se rattache guère au type actuel défini d'ophite des Pyrénées que par l'ophite que j'ai citée dans des couches très

probablement carbonifères, où je l'ai observée avec M. de Rouville, et qui a si peu d'importance que son gisement n'avait pas encore été signalé; M. Fouqué la considère comme une ophite normale.

» Sans tenir compte des autres roches dont le rôle et la fréquence n'offrent rien de remarquable, il semble que l'extrême développement des mélaphyres dans les Corbières, suivant des gîtes alignés dans des directions entre nord et nord-est, rapproche singulièrement cette région, au point de vue éruptif comme au point de vue dynamique, d'autres régions de l'Europe comme les Vosges, le Nassau, le Palatinat, les Alpes et le Tyrol où dominent des systèmes de fractures différentes de ceux des Pyrénées qui, suivant l'hypothèse émise par M. de Lapparent, devraient rester reliées plutôt au régime éruptif de l'Apennin. Sans s'exagérer ces différences, on voit que le basalte lui-même, s'alignant nord-sud avec ceux de l'Hérault et du massif central, ne se retrouve que dans l'extrême région orientale des Pyrénées et de la Catalogne où les grands mouvements autour de nord et nord-nord-est ont joué un rôle plus long et plus important que dans les Pyrénées centrales et occidentales.

» Les fractures du système du Rhin (16°), qui ont probablement coïncidé à peu près avec l'épanchement des mélaphyres, suivant une direction analogue, ont été rencontrées et plus ou moins suivies plus tard par des fractures tertiaires autour de 30° qui ont alors fait apparaître au milieu de terrains plus récents les couches contenant ces roches et ont ainsi probablement causé l'erreur de ceux qui ont attribué leur éruption à l'époque tertiaire. »

GÉOLOGIE. — *Sur les schistes micacés primitifs et cambriens du sud de l'Andalousie.* Note de MM. **Ch. Barrois** et **Alb. Offret**, présentée par M. Fouqué.

« Les roches recueillies dans la partie de la chaîne bétique comprise entre la sierra Tejeda et la sierra Nevada, et dont nous avons indiqué le gisement et l'âge géologique dans une Note précédente, présentent naturellement les plus grandes analogies avec celles de la Serrania de Ronda, décrites dans les Notes de MM. Michel Lévy et Bergeron. La plus grande différence entre les deux régions consiste dans l'absence, dans celles-ci, des remarquables roches éruptives basiques de la sierra de Ronda.

» Les micaschistes de l'étage des schistes cristallifères de Cordier sont

les roches les plus répandues de ce massif : leurs éléments constituants sont rutile, tourmaline, graphite, fer oxydulé, fer titané, zircon, staurotide, grenat, quartz, mica noir, mica blanc, disthène, sillimanite, andalousite et parfois feldspath. Dans quelques cas exceptionnels, tous ces minéraux sont réunis dans la même roche (ramblas de Gualchos, de Torre del Mar); le plus souvent ils sont répartis diversement, donnant naissance à des micaschistes ou schistes micacés, à des micaschistes grenatifères, à des micaschistes à staurotide et andalousite, à des micaschistes feldspathiques et à des gneiss granulitiques. La staurotide et le grenat comptent parmi les éléments les plus anciens de ces roches; ils sont souvent en débris; leurs cassures, leurs déplacements dans la roche, témoignent des puissantes pressions mécaniques subies. Le quartz et le mica blanc sont les minéraux secondaires les plus caractéristiques; ils déterminent la structure feuilletée traversant les minéraux anciens sous forme de files continues ou d'inclusions alignées.

» Des modifications plus récentes dont ces micaschistes donnent encore des exemples (Jatar, Mairena, Sartaero) sont la formation du mica noir aux dépens du grenat, et celle du fer titané aux dépens du rutile.

» Ces micaschistes contiennent souvent des glandules et filonnets quartzeux avec mica blanc et andalousite, parfois chargés de feldspath, et où se trouvent d'une manière générale toutes les espèces minérales reconnues dans le micaschiste voisin, mais dans un plus grand état de pureté.

» Les schistes *cambriens* sont plus pauvres en minéraux que les micaschistes sur lesquels ils reposent ; deux types de cette série méritent une mention spéciale : les schistes à chloritoïde et les schistes séricitiques sans chloritoïde. La *séricite*, déterminée par la considération de ses propriétés optiques et par l'examen qualitatif de sa composition chimique dans un certain nombre d'échantillons de localités différentes (Murtas, Motril), s'y trouve un élément constituant essentiel de tout l'étage des schistes séricitiques sans chloritoïde, facilement reconnaissables à leur finesse, à leur douceur à toucher, à leurs couleurs vives, bariolées, vert violacé, et forment par leur altération une argile fine, onctueuse, désignée dans le pays sous le nom de *Launœ*. En outre de la séricite, la roche contient : rutile abondant en très fins microlithes, tourmaline, graphite, pyrite, chlorite, quartz, et parfois mica noir. Ces schistes séricitiques sans chloritoïde alternent avec des schistes charbonneux, des quarzites et des schistes à chloritoïde.

» Le chloritoïde est bien caractérisé en lamelles de $0^{mm},1$ à 2^{mm}, à con-

tours irréguliers, facilement clivables suivant p et présentant un autre clivage difficile ; elles sont formées de lames hémitropes accolées suivant m et t, empilées suivant le clivage principal, mais avec pénétration et rotation de 120° autour d'un axe perpendiculaire à p. Bissectrice positive, un peu oblique sur p. Un des caractères les plus saillants réside dans le pléochroïsme n_g = jaune verdâtre pâle, n_m bleu indigo, n_p vert-olive. Le chloritoïde est moins répandu en lames qu'en faisceaux de $0^{mm},1$ à $0^{mm},2$ formés de paillettes invisibles à l'œil nu, et caractéristiques par leur abondance des schistes verts de cet âge. En outre du chloritoïde, ces schistes contiennent : rutile, tourmaline, zircon, sphène, charbon, fer oxydulé, fer oligiste, biotite, chlorite, et parfois calcite.

» Tous ces schistes cambriens, à chloritoïde ou sans chloritoïde, contiennent, comme les micaschistes précédemment décrits, des glandules et des filonnets quartzeux, mais où se trouvent associés : felspath, chloritoïde, chlorite, séricite, et divers carbonates, au lieu de l'andalousite et du mica blanc des premiers filons.

» L'association de l'andalousite et du chloritoïde dans ces filons à des minéraux fluorés, boratés, titanés et l'abondance des inclusions liquides des quartz, rattachent leur formation à des phénomènes d'émanation.

» D'autre part, la relation constamment observée entre les espèces constituantes du filon et celles de la roche encaissante montre que les épontes n'ont pas joué un rôle purement passif.

» Ces deux faits établissent que les éléments volatils de ces filonnets de la sierra Nevada sont arrivés sous pression dans les couches encaissantes, mettant en jeu les affinités chimiques et favorisant les mouvements moléculaires.

» Ainsi ont pu cristalliser dans la roche imbibée et dans les cheminées les divers silicates observés, dont la nature se trouve toujours en relation avec la composition chimique initiale de la roche traversée. »

MÉDECINE. — *Sur les injections de médicaments gazeux dans le rectum.* Note de M. L. BERGEON.

« Cette méthode thérapeutique est basée :

» 1° Sur ce principe de Physiologie établi par Cl. Bernard que l'introduction, par la voie rectale, de substances même toxiques n'offre pas de dangers tant que l'élimination pulmonaire n'est pas entravée ;

» 2° Sur ce fait d'observation qu'un courant de gaz acide carbonique pur peut être introduit en quantité indéterminée dans les voies intestinales sans provoquer de désordres si l'injection est faite avec les précautions voulues.

» Nous nous sommes servi de cette méthode dans plusieurs maladies; nous donnons aujourd'hui les résultats que nous avons obtenus dans la phthisie pulmonaire.

» Après avoir essayé nombre de substances réputées balsamiques parasiticides ([1]) ou antiseptiques, nous avons fini par donner la préférence aux eaux minérales sulfureuses. Un courant de 4^{lit} à 5^{lit} de gaz acide carbonique traversant 250^{gr} à 500^{gr} d'eau minérale sulfureuse (Eaux-Bonnes, Allevard, Saint-Honoré, Challes) est introduit par le rectum deux fois par vingt-quatre heures. Après peu de jours d'emploi, nous avons constaté une diminution parvenant jusqu'à la suppression totale de la toux; modification profonde, comme qualité et comme quantité, de l'expectoration; suppression des sueurs; relèvement de l'état général et cela non seulement dans la phtisie au début, mais dans la phtisie confirmée. Notre observation quotidienne de l'auscultation nous a permis de constater la disparition progressive des râles humides. Les résultats nous ont paru suffisamment encourageants pour demander à ce qu'ils soient contrôlés. Dans une prochaine Note nous donnerons les résultats que nous avons obtenus dans d'autres maladies. »

M. A. Osselin adresse une Note « sur un mode général de locomotion par propulsion ».

M. Ch. Demangé adresse à l'Académie, par l'entremise de M. Daubrée, un Mémoire « sur les tremblements de terre en France. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. A. V.

([1]) Nous faisons une exception pour le sulfure de carbone, qui est un puissant emménagogue et nous a servi, par cette voie, à arrêter des hémoptysies coïncidant avec la période menstruelle.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 juillet 1886.

Revue internationale de l'Électricité et de ses applications; 1re année, t. I et II. Paris, G. Carré; Bruxelles, Manceaux, 1885-1886; 2 vol. in-8°.

Compagnie universelle du canal maritime de Suez. De l'application de la lumière électrique à l'éclairage des navires passant le canal de Suez. Note. Paris, impr. de la Compagnie, 1884; in-4°. (Présenté par M. de Lesseps.)

Compagnie universelle du canal maritime de Suez. Exploitation, Transit et Navigation. Règlement provisoire sur la marche de nuit dans le canal pour navires éclairés à la lumière électrique. Paris, 1885; 2 p. in-4°. (Présenté par M. de Lesseps.)

Annales de la Société d'Agriculture, Industrie, Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de la Loire; 2e série, t. V, année 1885. Saint-Étienne, impr. Théolier, 1885; in-8°.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou; année 1885, nos 3 et 4. Moscou, 1886; in-8°.

Transactions of the zoological Society of London; vol. XII, Part 2. London, 1886; in-4°.

Proceedings of the scientific meetings of the zoological Society of London for the year 1885; Part IV, april 1886. London, 1886; in-8°.

A census of the plants of New South Wales; by Ch. Moore. Sydney, T. Richards, 1885; in-8° relié.

Monthly and yearly means, extremes and sums for the years 1883, 1884, 1885, published by the *imperial meteorological Observatory.* Tokio, Japan; in-4°.

Telpherage : A lecture delivered by prof. John Perry *at the London Institution;* january 24th 1886. London, G. Tucker, 1886; br. in-8°. (Présenté par M. Lippmann.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 JUILLET 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Boussinesq** offre à l'Académie, de la part de la famille de M. de Saint-Venant, un important Mémoire manuscrit, intitulé : *Résistance des fluides. — Considérations historiques, physiques et pratiques relatives au problème de l'action dynamique mutuelle d'un fluide et d'un solide, spécialement dans l'état de permanence supposé acquis par leurs mouvements;* par M. de Saint-Venant.

M. Boussinesq ajoute :

« Ce Mémoire sur la *Résistance des fluides*, composé dès l'année 1847 et, en grande partie, d'après des matériaux élaborés déjà en 1836, n'avait pu, jusqu'en 1885, recevoir de son éminent auteur, toujours sollicité par de nombreux sujets d'études, les dernières retouches qui devaient précéder sa publication. M. de Saint-Venant avait enfin commencé, vers le mois de mars 1885, à y mettre la dernière main, et il m'avait, plus d'une fois, communiqué son intention d'en demander l'insertion dans le *Recueil des Mémoires de l'Académie*. Malheureusement, quand nous avons eu, le 6 jan-

vier dernier, la douleur de le perdre, il n'avait pu encore réaliser ce désir. Mais j'ai trouvé en marge de son manuscrit des indications assez explicites pour achever cette œuvre de revision en tout ce qu'elle comportait d'essentiel, sans y mettre réellement rien de moi, en sorte que son vœu pourra être rempli.

» Ce travail étendu, relatif à un des sujets les plus utiles mais les plus désespérants de la Mécanique appliquée, se compose de trois Parties.

» La première (Chap. I et II), fruit d'une patiente et profonde étude sur l'histoire de la question, est un intéressant exposé des recherches de nos prédécesseurs des deux derniers siècles, touchant l'*impulsion* des fluides en mouvement sur les solides qu'ils rencontrent. M. de Saint-Venant s'y est spécialement attaché à faire ressortir l'insoluble paradoxe d'une impulsion ou résistance totale *nulle* (une fois la permanence du régime établie), auquel conduisait, pour un solide immergé, entouré de toutes parts de filets fluides bien continus se refermant à son arrière, l'hypothèse d'une fluidité dite *parfaite*, que les géomètres savaient seule alors mettre en œuvre.

» Dans la seconde (Chap. III à VI), il montre que l'impulsion dont il s'agit tient, en effet, *uniquement*, à ce qu'on appelle l'*imperfection de la fluidité*, c'est-à-dire à la production des frottements (surtout intérieurs) du fluide, qui exigent, pour être surmontés, une pression plus forte sur la face *amont* que sur la face *aval* du corps immergé. Aussi trouve-t-il pour la valeur de cette impulsion le quotient, par la vitesse animant le courant, du travail total qu'absorbent dans l'unité de temps les frottements du fluide tant sur lui-même que sur le corps. M. de Saint-Venant y explique d'ailleurs très ingénieusement l'existence des frottements eux-mêmes, par les inégalités qu'éprouvent les actions mutuelles, fonction de la distance, exercées entre molécules voisines, lors des passages multipliés de celles-ci les unes devant les autres. Ces inégalités introduisent dans les trajectoires des molécules d'innombrables sinuosités, rendues dissymétriques par l'inertie et qui sont, entre couches contiguës glissant l'une sur l'autre, l'équivalent d'une sorte d'engrènement moléculaire propre à détourner, au profit de mouvements tourbillonnaires sans cesse dissipés par communication aux milieux ambiants, une fraction notable de la force vive translatoire et, par conséquent, de l'énergie dépensée pour l'entretenir.

» La partie dont il s'agit date de 1836 et, bien que purement théorique, elle emprunte un grand intérêt à cette idée originale, pourtant naturelle, de rendre raison du frottement des fluides par la discontinuité de

leur matière ou par son actuelle division en molécules, qui nécessite un grand nombre de *sauts* élémentaires dans tout passage du fluide d'un état à un autre, c'est-à-dire dans toute déformation perceptible de sa masse.

» Enfin, la troisième Partie du Mémoire (Chap. VII à XI) a pour but le calcul pratique de l'impulsion éprouvée par un corps au milieu d'un courant fluide indéfini. A cet effet, M. de Saint-Venant suppose le solide et les filets fluides environnants, jusqu'à ceux qui ne sont plus sensiblement déviés par la présence du corps, contenus dans un tuyau cylindrique poli, d'une section environ quadruple ou quintuple de la section transversale maximum du corps; et, cela, d'après d'assez nombreuses expériences, qui ont fait reconnaître l'absence de toute déviation sensible des filets, au delà de distances du corps, dans sa section maxima prolongée, qui ne dépassent guère la moitié de son diamètre. Poncelet avait eu déjà, il est vrai, l'idée de ramener ainsi le cas d'un fluide latéralement indéfini à celui d'un fluide enfermé dans un tuyau de dimensions transversales restreintes, cas beaucoup plus simple, parce que les vitesses de tous les filets fluides, sur le contour du corps, y sont peu différentes; ce qui permet d'évaluer par le principe de Borda le travail des frottements là où il est de beaucoup le plus grand, c'est-à-dire à l'aval du corps. Mais M. de Saint-Venant rectifie Poncelet sur un point essentiel, en ne négligeant plus les variations de la pression aux divers endroits de la face amont du corps, variations qu'il calcule même simplement quand le corps, muni d'une proue arrondie, permet au fluide, sur son contour, de se mouvoir par tranches sensiblement normales à l'axe; et il perfectionne la méthode sur d'autres points non moins importants, en essayant, par exemple, de tenir compte des inégalités de vitesse des filets dans les sections les plus rétrécies, inégalités peu influentes pour un fluide remplissant un tuyau de conduite d'une largeur modérément supérieure à celle du corps immergé, mais qui le sont beaucoup dans le cas considéré d'un tuyau purement fictif, enveloppant bien des filets fluides dont la vitesse n'éprouve aucun accroissement perceptible au passage du défilé formé autour du corps, là où s'accélèrent au contraire notablement d'autres filets plus intérieurs.

» Avec ces perfectionnements et en admettant, d'après les expériences mentionnées, une section du tuyau fictif de quatre à cinq fois aussi grande que la section transversale maxima du corps, cette tentative théorique explique d'une manière satisfaisante les résultats de l'observation, dans le cas de corps à proues arrondies où il n'y a pas de coefficient de con-

traction à introduire. Et, dans le cas plus compliqué de corps sans proue, ayant leur face amont normale au courant, elle donne encore, en attribuant à la contraction des valeurs *a priori* très vraisemblables, les coefficients de résistance observés. Aussi, tout imparfaite qu'elle soit, elle est et restera probablement longtemps le meilleur travail sur cette question de l'impulsion d'un courant fluide latéralement indéfini.

» Ce n'est pas que, depuis l'année 1847 où ce Mémoire a été composé, le problème du mouvement relatif uniforme d'un solide, dans un liquide l'environnant de toutes parts jusqu'à de grandes distances, n'ait été, surtout en Angleterre et en Allemagne, l'objet de nombreuses et belles recherches théoriques. Mais la plupart d'entre elles, basées, comme celles des géomètres du siècle dernier, sur la double supposition d'une fluidité parfaite et de filets se rejoignant à l'arrière du corps, n'ont pu que conduire, une fois de plus, au paradoxe, signalé déjà par d'Alembert, d'une résistance totale nulle. Un seul de ces travaux, de 1851, dû à l'illustre Correspondant de l'Académie M. Stokes, a, pour un corps sphérique, mis en compte le frottement, mais seulement dans le cas, hors duquel les intégrations paraissent inabordables, d'un mouvement assez lent pour qu'on puisse négliger les termes non linéaires des équations. Or cette suppression fait justement disparaître l'*impulsion* du liquide, que les hydrauliciens ont presque seule en vue, savoir, cette résistance, proportionnelle à la *densité* du fluide, à la section transversale du corps et au *carré* de sa vitesse, qui, sur un corps immergé d'une certaine grandeur, est de beaucoup prédominante : elle laisse subsister seulement une résistance d'ordinaire très accessoire, que le fluide oppose par suite *non de son inertie,* mais de sa constitution moléculaire, à se laisser diviser, et qui, la même (à coefficient de frottement égal) pour un liquide dense que pour un liquide léger, est simplement proportionnelle au contour de la section du corps et à sa vitesse.

» Ces travaux, très utiles à d'autres points de vue qui intéressent les physiciens, n'ont donc guère fait avancer la question de l'impulsion des fluides; et ils ont rendu plus désirable encore l'impression du Mémoire actuel, où se trouve développée la seule méthode qui ait pu, malgré l'imperfection de son principe, porter quelque lumière sur un problème aussi important. C'est pourquoi j'espère, en en demandant à l'Académie la publication, faire une œuvre utile, en même temps que j'accomplis un devoir de reconnaissance envers un maître dont la mémoire m'est très chère.

» J'ai cru pouvoir insérer à la suite deux autres travaux hydrodyna-

miques, assez peu étendus et également inédits, de M. de Saint-Venant. Le premier, *Sur la perte de force vive d'un fluide aux endroits où sa section d'écoulement augmente brusquement ou rapidement*, présente un certain intérêt, par l'exposition historique qui s'y trouve faite du sujet, avec comparaison des diverses démonstrations que l'on a données du principe de Borda, et aussi par une discussion délicate des conditions dans lesquelles ce principe est applicable. Le second, *Sur la prise en considération des forces centrifuges dans le calcul du mouvement des eaux courantes et sur la distinction des torrents et des rivières*, méritait de voir le jour, bien qu'il soit inachevé, et malgré les défauts d'une équation de mouvement permanent (de Coriolis), qui lui a servi de point de départ; car il date du commencement de 1851 et est probablement le premier essai où l'on ait tenu compte des écarts que présente le mode de variation de la pression, aux divers points d'une verticale, d'avec la loi hydrostatique, toutes les fois que le fond ou la surface d'un courant affectent des courbures longitudinales sensibles.

» M. de Saint-Venant y calcule ces écarts en supposant la courbure des filets fluides fonction linéaire (dans une même section) de la distance à la surface libre : hypothèse naturelle, et dont j'ai reconnu l'exactitude pour le cas, ordinaire aux courants un peu profonds, où les vitesses des divers filets, sur une même verticale, ont avec leur moyenne des rapports ne s'écartant pas beaucoup de l'unité. Aussi le principal des termes, évaluatifs de l'influence des courbures, qu'elle lui fait introduire dans l'équation du mouvement permanent ([1]), revient-il, sous une autre forme, à celui qu'une étude plus complète m'a fait connaître, et que M. de Saint-Venant lui-même, au n° 9 de son Rapport du 14 avril 1873 approbatif de mon *Essai sur la théorie des eaux courantes*, a citée et reproduite, sans y dire (et même sans me faire savoir) qu'il en avait trouvé l'équivalent, plus de vingt ans avant moi, par ce qu'il aurait pu appeler un *arbitrage* judicieux

---

([1]) Il écrit ainsi ce terme, qui s'ajoute au second membre de l'équation quand le premier est constitué par l'abaissement du niveau entre deux sections :

$$-\Delta\left[\left(\frac{2}{3}\frac{h}{r_0}+\frac{1}{3}\frac{h}{r_1}\right)\frac{U^2}{2g}\right];$$

U étant la vitesse moyenne; h la profondeur d'eau; r_0 et r_1 les rayons de la courbure longitudinale de la surface libre et du fond, comptés positivement quand ces surfaces sont convexes vers le haut; enfin, le symbole Δ indiquant l'accroissement qu'éprouve, de la première des deux sections considérées à la seconde, la quantité écrite à la suite.

et heureux, suivant une expression qu'il emploie dans ce travail. Le dernier paragraphe du Mémoire prouve d'ailleurs qu'il avait songé à appliquer son équation au calcul de la forme des ressauts ; ce qui est, en effet, l'une des questions intéressantes qu'elle rend abordables : mais je n'ai pas trouvé, dans ses papiers, de traces d'un pareil calcul. »

CHIMIE. — *Sur le déplacement de l'ammoniaque par les autres bases et sur son dosage;* par MM. **Berthelot** et **André**.

« L'étude du dosage de l'ammoniaque nous a conduits à préciser par de nouvelles expériences les observations que nous avions eu occasion de faire sur le déplacement de l'ammoniaque, tant à froid qu'à chaud, par les alcalis, tels que la soude et les terres alcalines, chaux et magnésie.

» Ces expériences démontrent la difficulté et la lenteur du déplacement de l'ammoniaque dans les sels doubles, et elles établissent l'incapacité de la magnésie et, dans certains cas, celle de la chaux, à déplacer entièrement l'ammoniaque à froid, ou même à 100° après plusieurs heures d'ébullition; nous disons l'ammoniaque soit dans le chlorhydrate d'ammoniaque, soit et surtout dans les chlorures doubles d'ammonium et de magnésium et dans le phosphate ammoniaco-magnésien.

» Les sels qui ont subi l'action de la magnésie, soumis à l'action ultérieure de la soude étendue et bouillante, pendant une heure, persistent à garder une portion notable de leur ammoniaque; laquelle ne peut être éliminée entièrement que par l'action de la chaux sodée au rouge.

» L'hydrate de chaux lui-même ne déplace à 100°, par une ébullition prolongée, qu'une portion de l'ammoniaque dans le phosphate ammoniaco-magnésien.

» A froid l'action de la chaux se prolonge indéfiniment en présence de ce sel, aussi bien que des chlorures doubles d'ammonium et de magnésium ou de zinc.

» La soude seule est tout à fait efficace à 100°, en présence des sels magnésiens; quoique au bout d'un temps plus long qu'avec le chlorhydrate d'ammoniaque. Mais à froid, dans des solutions diluées, son action est progressive et presque interminable : elle n'est pas achevée au bout de sept jours, et même de treize jours, avec le phosphate ammoniaco-magnésien. Les chlorures doubles d'ammonium et de magnésium, ou de zinc, ne sont pas entièrement décomposés par la soude étendue au bout de trois jours, et exigent une semaine.

» Ces faits sont tout à fait analogues à ceux que nous avons observés avec certaines terres végétales et aussi avec certains corps amidés.

» La soude, mêlée à l'avance avec la magnésie, agit à peu près comme la soude pure sur les sels précédents. Mais, si l'on a fait agir d'abord la magnésie, la soude demeure ensuite impuissante à compléter l'action, même par une ébullition assez longue et même en redissolvant d'abord le précipité dans un acide.

» Ces faits s'expliquent par la formation de certains composés complexes, tels que les oxydes doubles d'ammonium et de magnésium, ou de zinc (ou de cuivre, etc.), les chlorures ammoniacaux de ces métaux, et les sels basiques dérivés de ces oxydes doubles : oxydes doubles, chlorures ammoniacaux et sels basiques formés parfois avec des dégagements de chaleur tels que les alcalis fixes ne les décomposeraient plus, si ces sels n'étaient à l'état d'équilibre et de dissociation partielle, en présence de l'eau; c'est cette dissociation, croissante avec la température, qui règle en définitive le partage des bases et, par suite, la tension en vertu de laquelle l'ammoniaque s'élimine plus ou moins rapidement.

» Donnons le détail de nos expériences :

I. — *Phosphate ammoniaco-magnésien.*

» Ce sel a été préparé par précipitation, lavé, et maintenu quelque temps à 100°; opération qui a eu pour résultat, prévu d'ailleurs, de lui faire perdre une partie de son eau et de son ammoniaque. Il contenait seulement 7,6 d'azote. La dessiccation lui avait fait perdre un sixième environ de son ammoniaque (d'après analyse), c'est-à-dire la portion d'ammoniaque la plus facilement déplaçable; ce qui rendait les essais ultérieurs plus décisifs. Les dosages qui vont suivre ont été opérés sur des poids de sel compris entre $0^{gr},500$ et $0^{gr},300$, mesurés chaque fois avec précision.

» 1. *Soude à chaud.* — On délaye le sel dans 1^{lit} d'eau distillée; on y ajoute 100^{cc} d'une solution de soude, contenant 5^{gr} à 6^{gr} d'alcali (NaO).

» Les liqueurs sont renfermées dans un ballon, communiquant par une large pipette, suivie d'un tube en forme de V renversé, avec un serpentin refroidi, dont la pointe inférieure affleure sous la solution titrée d'acide destinée aux dosages. On fait bouillir :

	Centièmes.
Poids du sel : $0^{gr},3582$. — Azote ammoniacal après une demi-heure d'ébullition.	7,39
» » après une heure »	7,66

» La réaction était alors complète. Observons qu'une demi-heure suffirait pour dégager la totalité de l'ammoniaque de son chlorhydrate, dans les mêmes conditions.

» 2. *Soude à froid.* — On délaye le sel ammoniacal dans 100^{cc} à 125^{cc} d'une solution de soude renfermant 6^{gr} à 8^{gr} de cet alcali. On a employé $0^{gr},3133$ et $0^{gr},4130$ de sel. On opère dans un vase fermé, en présence de l'acide titré; on ouvre le vase pour

changer l'acide et on remplace celui-ci de temps en temps, afin de doser les quantités déplacées successivement. On a trouvé : azote ammoniacal

Après 24^h, 3,5 centièmes; après 48^h, 4,91; 3 jours, 5,99; 7 jours, 7,07; 13 jours 7,17.

» Le déplacement a donc été progressif et il n'était pas terminé au bout de 13 jours.

» 3. *Chaux à chaud.* — 5^{gr} de chaux vive en poudre, et 1^{lit} d'eau :

0^{gr},4824 de sel. —	Une demi-heure d'ébullition	2,36;	une heure	2,56 azote.
0^{gr},3408 »	»	» 4,66;	»	4,95.

» Le déplacement de l'ammoniaque est donc très incomplet dans ces conditions; une fois le contact, plus ou moins parfait, du sel et de l'alcali établi et la première réaction produite, celle-ci se poursuit avec une lenteur qui la rend interminable.

» 4. *Chaux et soude à chaud.* — Pour essayer de la compléter, nous avons ajouté par un robinet latéral, et sans ouvrir le ballon, 100^{cc} de la solution de soude et poursuivi l'ébullition. Une nouvelle dose d'ammoniaque s'est ainsi dégagée : soit en une heure 3,75; en tout 6,31 centièmes d'azote avec le premier sel; et 2,22, en tout 7,17 centièmes d'azote avec le second sel. Mais le déplacement de l'ammoniaque, après une ébullition de deux heures en présence des deux bases successivement ajoutées (quatre bases en tout), n'a pas été complet. L'insolubilité des phosphates intervient certainement dans ces phénomènes, mais nous ne les examinons aujourd'hui que sous le rapport analytique.

» 5. *Chaux à froid.* — Il est facile de prévoir que cette action demeurera partielle, même au bout d'un temps considérable.

» Soient en effet 0^{gr},4332 de sel, 125^{cc} d'eau, 5^{gr} de chaux en poudre.

» On a trouvé pour l'azote ammoniacal :

» Après 48 heures, 2,70; 5 jours, 5,10; 8 jours, 5,65; 11 jours, 5,71 : au lieu de 7,66. L'action se ralentissait de plus en plus.

» 6. *Magnésie.* — L'action de cette base est des plus caractéristiques. On a opéré avec 5^{gr} de magnésie calcinée, dite *pure;* mais contenant encore du carbonate.

» Dans une première expérience, en présence de 1^{lit} d'eau : 0^{gr},5112 de phosphate ammoniaco-magnésien, maintenu pendant 1 heure à l'ébullition, n'ont pas fourni trace d'ammoniaque. Dans une seconde (0^{gr},4736), on en a obtenu un peu : soit 1,01 centième, au lieu de 7,6. La magnésie ne déplace donc pas, du moins notablement, l'ammoniaque dans le phosphate double mis en expérience, même à 100°.

» 7. *Magnésie et soude.* — L'action de ces deux bases employées à la fois est toute différente, selon les conditions. Si elles sont mêlées à l'avance, avant d'être mises en contact avec le phosphate, la soude agit comme si elle était seule.

0^{gr},4550 de sel ont fourni ainsi, après une demi-heure d'ébullition : 7,47 centièmes d'azote ammoniacal (au lieu de 7,39 avec la soude seule).

Mais si l'on a fait bouillir au préalable le sel avec la magnésie, l'action de la soude est plus lente et demeure incomplète, même après 1 heure d'ébullition :

0,5112 de sel, magnésie seule,	1 heure, 0	Soude, demi-heure,	5,28	1 heure, 5,41
0,4736 » »	» 1,01	» »	4,51	» 4,57

» Il manque encore 2,0 centièmes, ou près d'un tiers de l'azote ammoniacal, demeuré engagé dans un composé que la soude étendue ne décompose pas notablement à 100°

en une heure. La chaux sodée au rouge est nécessaire pour en compléter le déplacement.

II. — *Chlorhydrate d'ammoniaque.*

» L'action de la magnésie sur ce sel va préciser davantage les résultats précédents. On opère à 110°, en présence de 1^lit d'eau et de 5^gr de base fixe.

» 1. *Soude, etc.* — Une demi-heure d'ébullition (0^gr,3747 de sel) : 26,15 d'azote ammoniacal. La théorie indique 26,16. — A froid, même après trois jours, 25,0; l'action n'étant pas achevée.

» 2. *Chaux, etc.* — Une demi-heure d'ébullition (0^gr,275) : 26,17. Ces résultats sont conformes aux faits connus. — A froid, en trois jours, 24,39; l'action se poursuit.

» 3. *Magnésie :*

(*a*)	0^gr,3124	de sel. Une demi-heure d'ébullition,	22,85	Une heure,	23,17
(*b*)	0,3820	» »	23,92	»	23,92
(*c*)	0,4007	» »	24,30	»	»
(*d*)	0,2500	» »	23,72	»	»
(*e*)	0,2199	» »	22,28	»	»
(*f*)	0,2639	» »	24,51	»	»

On a essayé de compléter le déplacement, en ajoutant dans chaque essai 100^cc de soude étendue. Une nouvelle ébullition d'une demi-heure a dégagé :

(*a*)	0,43	centième;	en tout..........	23,60
(*c*)	0,17	»	»	24,47
(*d*)	0,49	»	»	24,21
(*e*)	0,54	»	»	22,82

A la dernière liqueur, on a ajouté de l'acide sulfurique jusqu'à redissolution totale; puis une nouvelle dose de soude étendue, ce qui a dégagé encore par l'ébullition : 0,45; en tout, 23,27.

» On voit qu'il manque 2 à 3 centièmes d'azote ammoniacal, retenu dans le précipité, et que la soude est impuissante à déplacer, du moins dans les conditions des expériences.

» Cet azote existe d'ailleurs réellement sous une telle forme. Pour le vérifier, on a repris la liqueur (*e*), qui avait subi les traitements successifs indiqués; on a dissous le précipité dans l'acide sulfurique en excès, on a évaporé à sec au bain-marie et chauffé au rouge le résidu avec de la chaux sodée, qui en a dégagé de l'ammoniaque en abondance.

» On a même procédé à un dosage avec la liqueur de l'analyse (*f*), laquelle avait fourni 24,5 d'azote. Le produit, rendu acide, évaporé à sec au bain-marie, puis traité par la chaux sodée au rouge, a fourni : 2,2 d'azote ammoniacal; en tout, 26,7; la théorie indique 26,2.

» Il se forme donc, dans ces conditions, un oxyde ou un composé basique de magnésie et d'ammoniaque, capable de résister à la soude étendue à 100° pendant une ébullition d'une heure.

III. — *Chlorure de magnésium et d'ammonium :* $2AzH^4Cl, 5MgCl, 33HO$; Az *ammoniacal :* 4,36 (*théorie*); *sel nouveau, bien cristallisé.*

1. NaO à froid ($0^{gr},7022$ de sel)....... 24^h : 2,70; 48^h : 3,87; 3^j : 4,21; 7^j : 4,50.

» Le déplacement total exige une semaine.

2. CaO à froid ($0^{gr},4401$ de sel)........ 2^j : 2,27; 5^j : 3,67; 8^j : 4,05; 11^j : 4,05.

» Le déplacement paraît arrêté.

3. CaO à l'ébullition, 3 essais.......... Après 1^h : 4,43; 4,53; 4,38.
4. MgO à l'ébullition ($0^{gr},4776$)........ $\frac{1}{2}^h$: 3,09; 1^h : 3,09; $1^h\frac{1}{2}$: 3,09.
» ($0^{gr},4124$)........ $\frac{1}{2}^h$: 2,76; 1^h : 2,76; $1^h\frac{1}{2}$: 2,76.

» Il reste un tiers de l'ammoniaque, non déplaçable par la magnésie à 100°.

IV. — *Chlorure de zinc et d'ammonium :* $ZnCl, AzH^4Cl, \frac{2}{3}HO$. Az : 11,0. Sel en gros cristaux.

1. NaO à froid....... 2^j : 7,49; 3^j : 9,05; 7^j : 10,85; à 100°, $\frac{1}{2}^h$: 10,82.
2. CaO à froid....... 2^j : 8,19; 5^j : 10,48; 8^j : 10,76; 11^j : 10,85; à 100°, $\frac{1}{2}^h$: 11,2.
3. MgO à l'ébullition ($0^{gr},3555$ de sel)........... $\frac{1}{2}^h$: 9,39; 1^h : 9,39; $1^h\frac{1}{2}$: 9,39.

» Il reste un sixième de l'ammoniaque, non déplacée par la magnésie.

V. — *Autre chlorure de zinc et d'ammonium :* $2ZnCl, 3AzH^4Cl, 2HO$. Az : 13,35. Sel bien cristallisé.

1. NaO à froid.............. 1^j : 8,37; 2^j : 9,59; 3^j : 11,06; 7^j : 12,84. (Continue.)
2. CaO à froid.............. » 2^j : 9,36; 5^j : 12,27; 8^j : 12,55; 11^j : 12,55.

» Le déplacement semble arrêté.

3. CaO à l'ébullition......... $\frac{1}{2}^h$: 13,47.
4. MgO à l'ébullition........ $\frac{1}{2}^h$: 11,52; 1^h : 11,52; $1^h\frac{1}{2}$: 11,52.

» On a redissous dans l'acide sulfurique, évaporé à sec au bain-marie et traité au rouge par la chaux sodée, qui a mis en liberté de l'ammoniaque en abondance.

» On voit que les sels doubles cèdent leur ammoniaque, en présence de la soude, bien plus lentement que les sels ammoniacaux non associés avec une autre base. On voit, en outre, que la magnésie est impuissante, dans les conditions ordinaires des analyses, à déplacer entièrement l'ammoniaque. Avec certains sels, tels que le phosphate ammoniaco-magnésien, le déplacement est même très faible ou nul. Ce sont là des circonstances dont il conviendra désormais de tenir compte dans l'analyse des terres et autres produits renfermant des matières organiques associées aux phosphates ou à la magnésie. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur un bois de Renne, orné de gravures, que* M. Eugène Paignon *a découvert à Montgaudier.* Note de M. **Albert Gaudry.**

« J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie un objet d'art des temps quaternaires.

» On sait qu'il y a dans la Charente une petite rivière appelée la Tardoire, qui a des bords d'une rare beauté; les grottes, creusées dans leurs escarpements, ont été habitées par l'homme pendant l'âge du Renne. La grotte de la Chaise, explorée par l'abbé Bourgeois de si regrettable mémoire et par M. de Bodard de Ferrière, les grottes de Rochebertier et de Vilhonneur, fouillées par MM. l'abbé Delaunay, Fermont, de Maret, ont fourni de curieux échantillons. Les grottes de Montgaudier semblent devoir en offrir de plus curieux encore. Heureusement pour la Science, elles appartiennent à M. Eugène Paignon qui n'est pas seulement un jurisconsulte et un publiciste très distingué, mais qui s'intéresse aussi aux études préhistoriques. Depuis quelques années M. Eugène Paignon a recueilli, à Montgaudier, de nombreux débris d'animaux et des instruments humains. Il vient d'y découvrir la pièce que je présente à l'Académie : c'est un des plus beaux spécimens artistiques de l'âge du Renne qui ait été trouvé jusqu'à ce jour.

» Cette pièce, comme on le voit, est un de ces bois de Rennes, percés d'un large trou, qui sont connus sous le nom de *bâtons de commandement.* Elle est couverte de gravures où l'on peut admirer la sûreté de main de l'artiste et le sentiment de la forme; le travail est si fin qu'il gagne beaucoup à être regardé à la loupe.

» L'une des faces du bâton de commandement offre la représentation de deux phoques. Un d'eux est vu dans son entier avec ses quatre membres; les membres postérieurs, si singulièrement portés en arrière chez les amphibies, sont fidèlement rendus; chaque patte a cinq doigts. La grandeur de la queue est exagérée. Tout le corps est couvert de poils très visibles. La tête est délicatement exécutée : le museau avec ses moustaches, la bouche, l'œil, le trou de l'oreille indiquent une réelle habileté. Vraisemblablement l'animal qui est ici figuré est l'espèce habituelle de nos côtes, le veau marin, *Phoca vitulina* (sous-genre *Calocephalus*). L'autre phoque n'est pas vu dans son entier; il est plus grand et porte au cou des indices de longs poils; la patte de devant est très exacte. Je n'ose dire si l'artiste a voulu représenter une espèce différente.

» En avant du grand phoque, il y a un poisson que M. Émile Moreau croit être un saumon ou une truite; ainsi que ces animaux, il a des taches, et ses nageoires ventrales sont fixées à l'abdomen. Trois tiges de plantes sont placées près du poisson. Toutes ces gravures se voient sur la même face.

» La face opposée du bâton de commandement est occupée dans la plus grande partie par deux animaux grêles et allongés; bien que le plus long n'ait pas moins de $0^{m},34$, ils ne sont pas complets, mais l'un montre sa tête et l'autre le bout de sa queue. Je pense que ce sont des anguilles, parce que les faces dorsales et ventrales semblent bordées d'une nageoire continue. Mon savant collègue du Muséum, M. Vaillant, partage cette opinion. Je dois dire pourtant qu'à la face ventrale les deux animaux ont un appendice pointu, qu'on ne rencontre pas dans les anguilles; c'est pourquoi quelques personnes auxquelles je les ai présentés se sont demandé si ce ne seraient pas des serpents dont les pénis seraient en érection. Mais M. le professeur Vaillant m'a montré des serpents où les pénis sont apparents; ces organes sont courts, épais, obtus à leur extrémité, garnis d'épines et ne ressemblent nullement aux appendices gravés sur la pièce de M. Paignon.

» On voit sur la même face trois figures d'animaux de forme exactement identique, peu compréhensibles, et une figure qui représente peut-être un insecte hémiptère.

» Les détails de ces différentes gravures sont reproduits dans un dessin de M. Formant, avec l'exactitude scrupuleuse que cet habile artiste apporte à toutes ses œuvres.

» Je ne pense pas qu'il puisse y avoir de doutes sur l'authenticité de l'échantillon que je présente à l'Académie, car M. Paignon m'a assuré qu'il avait été trouvé devant lui par ses propres ouvriers, occupés à extraire les amas de terre mêlés d'ossements qui forment la base des grottes. Par leur richesse en phosphate, ces déblais répandus dans les prairies donnent, à ce qu'il paraît, de merveilleux résultats.

» M. Paignon a bien voulu faire don au Muséum de son précieux bois de commandement et de beaucoup d'autres objets : des ossements de divers animaux, un bois avec des gravures, des aiguilles en os, des poinçons, des lissoirs, une pointe en ivoire, des coquilles que M. le Dr Fischer a déterminées, de nombreux silex taillés, surtout des grattoirs et un silex du type solutréen admirablement travaillé sur ses deux faces : j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie plusieurs des objets dus à la générosité du savant explorateur des grottes de Montgaudier.

» J'appelle l'attention particulièrement sur les métacarpiens latéraux des Rennes. Ce sont des pièces en voie d'atrophie, comme les paléontologistes en rencontrent quelquefois, quand ils suivent les êtres dans leurs évolutions à travers les âges géologiques. Ces métacarpiens, dont la partie inférieure a disparu chez la plupart des Ruminants actuels, se conservent chez les Rennes; ils portent de petits doigts latéraux qui sont utiles pour des animaux destinés à traverser souvent les neiges. Mais, dans leur partie moyenne, ils disparaissent, formant des pointes naturelles qu'on est exposé à confondre avec les os qui ont été amincis par l'homme. Nos ancêtres ont ingénieusement utilisé ces pointes naturelles en faisant à leur base un trou où sans doute ils passaient un fil; de cette manière, ils transformaient les petits métacarpiens latéraux de Rennes soit en passe-lacets, soit en pendeloques.

» J'ai visité déjà Montgaudier; je vais y retourner, et je pourrai donner à l'Académie quelques renseignements sur ses grottes magnifiques qui, pendant longtemps, ont servi d'abri à nos aïeux. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur l'horizon réel qui doit être assigné à la flore fossile d'Aix en Provence.* Note de M. G. DE SAPORTA.

II. — INDICES PALÉONTOLOGIQUES.

« Parmi les documents paléontologiques, excessivement nombreux, extraits en divers temps du terrain d'Aix, je choisirai ceux dont la présence ou l'ordre de distribution caractérisent les niveaux partiels de l'étage que j'ai en vue. Il faut observer d'abord que, dans son ensemble, le groupe d'Aix correspond à la triple série de l'éocène supérieur, du tongrien et de l'aquitanien réunis. Par cela même, cette formation a dû se déposer au fond d'un seul bassin lacustre, dont la durée embrasse les trois périodes. Peut-on, dès lors, s'étonner que certains types de mollusques aient persisté, en affectant des variations plus ou moins profondes, de manière à occuper une étendue notable de l'espace vertical?

» Il existe en outre, entre les faunes respectives des deux versants de la Trévarèse, cette différence que, dans la partie de l'ancien lac correspondant au versant nord, le développement des Limnées coïncide avec l'absence du gypse, tandis que, à l'autre extrémité et sur l'autre versant, l'action énergique de ce phénomène semble avoir entraîné leur exclusion, en admettant

les *Sphærium* et les Potamides. De part et d'autre cependant, les lits à Cyrènes et Potamides associés terminent supérieurement l'étage.

» A la montée d'Avignon, les calcaires marneux, appuyés sur la base détritique, m'ont offert deux espèces de Potamides, l'une rapprochée du *P. Lauræ* Math., l'autre plus petite, qui se retrouve sur le niveau correspondant, à Saint-Canadet, probablement *P. aquensis* Math.

» Dans un lit de marne fossile, subordonné aux calcaires précédents, de concert avec M. le professeur Philibert, j'ai recueilli les espèces végétales suivantes :

Isoetes atavia Sap., n. sp.*.
Widdringtonia brachyphylla Sap.*.
Callitris Brongniartii Endl.
Pinus robustifolia Sap.*.
» *humilis* Sap.*.
» *abbreviata* Sap., n. sp.
Myrica ilicifolia Sap.*.
» *Saportana* Schimp.*.
» *aquensis* Sap.*.
Ostrya humilis Sap. (involucre)*.
Alnus antiquorum Sap. (strobile)*.
Quercus elæna Ung.*.
» *iliciformis* Sap., n. sp.*.
Salix retinervis Sap., n. sp.
Populus Heerii Sap. (capsule)*.
Cinnamomum polymorphum Hr.*.
» *rotundatum* Sap., n. sp.
» *minutulum* Sap., n. sp.
Osyris primæva Sap.*.
Lomatites (Baccharites) aquensis Sap.*.
Embothrites Philiberti Sap., n. sp.
Pimelea obscura Sap., n. sp.
Fraxinus microcarpa Sap. (samare).
Catalpa micropalæosperma Sap.*.
Apocynophyllum exile Sap., n. sp.
Myrsine miranda Sap., n. sp.
Diospyros rugosa Sap.*.
Vaccinium parvulum Sap.*.
Aralia retinervis Sap.
» *cristata* Sap.
Polygala vetusta Sap., n. sp.
Celastrus Adansoni Sap., n. sp.
Zizyphus paradisiaca Hr.*.
Pistacia reddita Sap.*.
Rhus gracilis Sap.*.
Myrtus palæogæa Sap., n. sp.
Micropodium oligospermum Sap.*.
Cercis antiqua Sap.*.
Cassia pigmæa Sap., n. sp.
Acacia exilis Sap., n. sp.
» *oblita* Sap.*.

» Les espèces marquées d'un astérisque, par conséquent plus de la moitié du nombre total, se retrouvant dans les lits plus élevés et jusque dans les gypses, il ne saurait être question de séparer cet ensemble du reste de la flore. Au-dessus, dans les calcaires en plaques ou en feuillets qui supportent ou accompagnent le banc de gypse le plus inférieur, on rencontre, associés aux empreintes végétales, un *Sphærium* distinct du *Sph. gibbosum* Sow., ressemblant plutôt au *Sph. Bertheraui* de Fontannes, et un Planorbe de petite taille, caréné à la circonférence, qui ne paraît pas avoir été encore signalé.

» A Saint-Canadet, il n'est pas exact que les lits marneux, inférieurs aux argiles ferrugineuses de la base détritique, soient dépourvus de fossiles. Des grès marneux concrétionnés, qui affleurent au ravin de Fongamate (quartier de Verdolette), ont fourni plusieurs Limnées, un *Helix*, deux espèces de Planorbes. J'ai reconnu les *Limnæa Jourdani* Math. et *acuminata* Brong., l'*Helix Hombresi* Font., et un Planorbe rapproché du *Pl. Rouvillei* de Fontannes. Au-dessus du village, en abordant un niveau strictement correspondant aux lits de la montée d'Avignon, on rencontre une faune signalée depuis plus de vingt-cinq ans par M. Matheron et spécialement riche en Limnées, associées à des Planorbes, Hélices, Potamides, etc.

» L'énumération des espèces entraînerait trop loin : je me contente de citer les *Limnæa longiscata* Brongt., var. *acuminata* Brongt., *Jourdani, Saportæ, naticoides* de Matheron, un *Helix* figuré sans indication par M. Fontannes (*Pl. V, fig.* 23 de son Mémoire), les *Planorbis Rouvillei*, Font. et *Vialai* Desh., plusieurs Potamides non décrites ni figurées, et différentes de celles des lits supérieurs. Les *Potamides submargaritaceus* et *Lamarcki* font ici défaut. C'est plus haut, dans des calcaires marneux en plaquettes, que l'on rencontre d'abord des échantillons isolés, puis une couche entièrement pétrie de ces deux Potamides, associées à d'innombrables empreintes d'*Hydrobia*. Des plaquettes contiguës à ce lit de coquilles m'ont fourni une belle empreinte de *Cinnamomum lanceolatum* Ung., attestant leur concordance avec le niveau principal des plantes du gisement d'Aix.

» En continuant à remonter la série qui comprend à Aix les gypses exploités, et à Saint-Canadet des lits alternants de calcaires marneux, de marnes tendres et de grès marneux, on atteint finalement le niveau des Cyrènes. Dans la seconde des deux localités, les plaques à Cyrènes alternent avec des schistes feuilletés et se trouvent précédées d'un lit mince de calcaire siliceux, peuplé du même *Sphærium* qu'à Aix, associé à un petit Planorbe, *Pl. declivis?* Braun, et à l'*Hydrobia Dubuissoni*. Au-dessus, viennent les Cyrènes dont j'ai observé au moins quatre espèces : *Cyrena semistriata* Desh., et *C. gargasensis* Math., *Cyrena aquensis* Math., qui couvre des plaques entières, et enfin une grande espèce, non déterminée, qui touche de près au *Cyrena Dumasi* M. de Serre. Aux Cyrènes se joignent les *Potamides submargaritaceus*, *Lamarcki*, *Cerithium* (Potamides?) *concisum* Math. et quelques autres.

» C'est là réellement qu'il faut placer la terminaison supérieure de la

zone des plantes d'Aix, dont la flore est si remarquable par l'unité de son caractère, le nombre inusité des espèces et l'exclusion absolue des formes distinctives du tongrien. Ces formes ne tarderont pas à paraître et à se multiplier, mais seulement à partir de l'étage immédiatement postérieur à celui qui vient d'être décrit; je veux parler du gypse de Gargas, superposé aux Cyrènes, et des calcaires marneux de Saint-Zacharie qui passent inférieurement à des lignites où une mâchoire de *Palæotherium* a été recueillie.

» Les espèces tongriennes auxquelles je fais allusion sont trop connues pour que j'en fasse mention ([1]); mais une démonstration est venue récemment confirmer les données exposées ci-dessus. Effectivement, après avoir franchi, à Célony, la crête de la montée d'Avignon, en redescendant vers La Calade, on marche sur le revers des couches du groupe d'Aix qui, dans cette direction, plongent au nord-ouest. Les lits qui affleurent sur ce point, à l'aide de plissements et de fractures locales, appartiennent certainement à la partie *supérieure* du groupe. Au sud et au sud-ouest du château de La Calade, ces lits offrent en abondance les *Potamides Lamarcki* et *Cerithium concisum*, l'*Hydrobia Dubuissoni*, le *Sphærium gibbosum* Sow., et aussi le *Cyrena gargasensis* Math., celui-ci plus rarement et par suite d'une fracture. Vers le château, ces mêmes lits plongent sous la mollasse, et l'horizon des gypses, c'est-à-dire le niveau inférieur aux Cyrènes, ne se montre ici nulle part. Cependant, une chance heureuse a voulu que M. Jérôme de La Calade recueillit sur les lieux une empreinte de palmier, à la surface d'une plaque calcaréo-marneuse et parfaitement déterminable; or, ce palmier n'est pas l'espèce si connue des gypses d'Aix, le *Flabellaria Lamanonis*, mais le *Sabal major* Hr., qui remplace le premier dans le cours du tongrien et s'est rencontré au bassin de carénage de Marseille, ainsi qu'à Célas, à Armissan et dans plusieurs autres gisements du tongrien ou de l'aquitanien inférieur, dont il caractérise si franchement l'horizon. Ce même horizon est bien celui qui, dans le groupe d'Aix, surmonte les lits à Cyrènes et auquel se rapporte l'assise marno-sableuse tout entière et une partie au moins des calcaires supportés par celle-ci. Par une conséquence des plus naturelles, ce qui est inférieur aux lits à Cyrènes ne saurait être que de

---

([1]) Voici quelques-unes de ces espèces : *Lygodium Gaudini* Hr., *Libocedrus salicornioides* Ung., *Sabal major* Hr., *Sabal hæringiana* Sch., *Comptonia dryandræfolia* Brongt., *Myrica lignitum* Hr., *M. banksiæfolia* Ung., *M. lævigata* Hr., *Populus palæomelas* Sap., *Zizyphus Ungeri* Hr., etc.

l'éocène supérieur, si récent qu'on le suppose. A plus forte raison, la zone des plantes de la montée d'Avignon, celle des Limnées qui lui correspond trait pour trait à Saint-Canadet, celle aussi des calcaires et des schistes à empreintes végétales, inférieurs aux gypses exploités, sont nécessairement éocènes.

» Il n'en est que plus curieux de constater l'existence d'une flore qui, dénuée de formes oligocènes, précède de peu l'âge où celles-ci viendront se substituer à leurs devancières. C'est le point de vue que j'ai adopté depuis longtemps et auquel je persiste à rester fidèle. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Baradel** demande l'ouverture d'un pli cacheté, qui a été déposé par lui le 1er mars dernier, et qui contient une Note sur des essais téléphoniques. Il adresse, en outre, une Note sur d'autres expériences, effectuées par lui du 1er février au 1er mai.

(Commissaires : MM. Fizeau, Edm. Becquerel, Cornu.)

CORRESPONDANCE.

L'**Institut météorologique de Roumanie** adresse à l'Académie le Ier Volume de ses Annales.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le développement en série du potentiel d'un corps homogène de révolution.* Note de M. **O. Callandreau**, présentée par M. Tisserand [1].

« La question de la continuité des séries V_e, V_i et de leurs dérivées premières est tout d'abord vidée si l'on suppose que dans les séries V_e, V_i la limite du rapport d'un terme au précédent est inférieure à l'unité : en effet, d'après la formule

$$X_n = \frac{1}{\pi}\int_0^{\pi} (\cos\theta + i \sin\theta \cos\omega)^n \, d\omega,$$

---

[1] *Voir* ce Volume, p. 33.

on a, en valeur absolue,

$$X_n \leq 1, \quad \frac{dX_n}{d\theta} \leq n;$$

alors les termes de V_e, par exemple, et des séries dérivées sont numériquement inférieurs aux termes correspondants des séries telles que

$$\sum \frac{c_n}{r^{n+1}}, \quad \sum \frac{(n+1)c_n}{r^{n+2}}, \quad \sum \frac{nc_n}{r^{n+1}};$$

la limite du rapport d'un terme au précédent a la même valeur, moindre que l'unité, dans les trois séries, ce qui suffit à assurer leur convergence. On a dit que la continuité de la série V_e et de ses dérivées était une conséquence de cette remarque; de même pour V_i et ses dérivées.

» La question de convergence reste donc seule à examiner. Comme terme de comparaison, je vais prendre en même temps l'exemple simple d'un ellipsoïde de révolution dont la courbe méridienne est définie par l'équation

$$(1) \qquad r = a\left(\frac{1+k}{1+k\mu^2}\right)^{\frac{1}{2}};$$

$\mu = \cos\theta$, k joue le rôle du paramètre α.

» On a, en général, dans le cas d'un corps de révolution symétrique par rapport à un équateur,

$$(2) \qquad V_e = 2\pi\rho \sum \frac{X_{2n}}{(2n+3)r^{2n+1}} \int_{-1}^{+1} r^{2n+3} X_{2n}\, d\mu;$$

d'après un résultat dû à Legendre,

$$(3) \qquad \int_{-1}^{+1} \frac{X_{2n}\, d\mu}{(1+k\mu^2)^{n+\frac{2}{3}}} = \frac{2}{2n+1} \frac{(-k)^n}{(1+k)^{n+\frac{1}{2}}};$$

il vient alors après quelques réductions, M étant la masse du corps,

$$(4) \qquad V_e = 3M\Sigma(-1)^n \frac{X_{2n}}{(2n+1)(2n+3)} \frac{(a^2k)^n}{r^{2n+1}}.$$

Pour un point intérieur, V_i s'arrêterait au terme en X_2.

» La série (4) qui exprime V_e est certainement convergente si $k<1$. Mais l'expression ci-dessus de V_e doit être développée suivant les puissances de k, et les polynômes X_n, pour recevoir la forme utilisée dans les

applications par Legendre, Laplace, etc., et il s'agit d'avoir une limite des valeurs de k assurant la convergence absolue de la série double.

» Un rapprochement s'offre de lui-même avec les expressions de l'anomalie vraie et du rayon vecteur suivant les sinus et cosinus des multiples de l'anomalie moyenne; elles sont convergentes quand l'excentricité e est inférieure à l'unité; mais, pour assurer la convergence absolue des séries doubles ordonnées suivant les puissances de e et les sinus et cosinus des multiples de l'anomalie moyenne, Laplace a cherché la limite des valeurs de $e(0,66)$ qui font converger les séries des modules maxima des termes [1].

» Pour les valeurs du paramètre, e ou k, inférieures aux valeurs limites, on a alors des séries doubles dans lesquelles on peut changer l'ordre des termes et qui se prêtent aux opérations de l'analyse.

» Une première manière d'assurer la convergence absolue des séries doubles V_e, V_i (celle des séries dérivées est assurée en même temps) serait de raisonner sur les expressions de V_e, V_i dans lesquelles on remplacerait r et $\frac{1}{r}$, figurant en facteurs ou sous le signe d'intégration, par deux séries à termes positifs comprenant tous les termes des développements en séries de r et $\frac{1}{r}$. Dans l'exemple, on raisonnerait sur la série (2) dans laquelle l'intégrale (3) serait remplacée par l'intégrale analogue où k est changé en $-k$, et l'on serait conduit à poser la condition

$$\frac{k(1+k)}{1-k} < 1, \qquad \text{d'où} \quad k < 0,414;$$

de sorte que la réduction du champ de variation du paramètre serait ici relativement plus sensible que dans le cas du développement des coordonnées elliptiques. Mais il convient d'avoir égard à la remarque suivante : si les deux intégrales telles que

$$(5) \qquad \int_{-1}^{+1} [f(\mu, \alpha)]^{n+3} X_n \, d\mu, \quad \int_{-1}^{+1} [f(\mu, \alpha)]^{-n+2} X_n \, d\mu,$$

où n est supposé très grand, s'expriment plus simplement en fonction d'un nouveau paramètre lié à α, il pourra être avantageux de changer de para-

---

(1) Peut-être serait-il utile de montrer que la valeur limite de e résultant de la théorie de la série de Lagrange assure la convergence des séries modulaires.

mètre. Dans l'exemple, si l'on fait $\frac{k}{1+k} = \alpha$, qui remplacera alors k comme paramètre, la convergence absolue de la série sera assurée si l'on a

$$\frac{\alpha}{1-\alpha} < 1.$$

A la valeur limite de α, soit $\alpha = \frac{1}{2}$, correspond $k = 1$.

» On peut se proposer maintenant deux questions différentes : la question particulière de l'application des formules à la Terre et aux planètes qui ne paraît pas faire de doute, vu les valeurs limites trouvées pour α et même pour k; en second lieu, l'étude des multiples (5) dont dépend la solution générale du problème. »

PHYSIQUE. — *Sur les variations des spectres d'absorption dans les milieux non isotropes*. Note de M. **Henri Becquerel**.

« A la suite de recherches dont j'ai présenté plusieurs extraits à l'Académie, j'ai été conduit à étudier le polychroïsme des cristaux à un point de vue différent de celui où se sont placés jusqu'ici les auteurs qui, depuis Arago et Biot, ont observé l'inégale absorption de la lumière dans diverses directions au travers des cristaux biréfringents.

» J'ai montré, en particulier ([1]), que, dans les cristaux *uniaxes* qui présentent des bandes d'absorption, les spectres observés, lorsque la lumière se propage dans une direction quelconque par rapport à l'axe du cristal, étaient formés par la superposition, avec des intensités variables, de deux séries de bandes correspondant, l'une à des vibrations lumineuses parallèles à l'axe (spectre extraordinaire), l'autre à des vibrations normales à l'axe (spectre ordinaire). Si l'on sépare les deux rayons provenant d'un même faisceau incident, le rayon ordinaire présente constamment le spectre ordinaire seul dans toutes les directions et, en particulier, lorsque la lumière se propage dans la direction de l'axe; le rayon extraordinaire présente la superposition, avec des intensités variables, du spectre ordinaire et du spectre extraordinaire, qui apparaît seul lorsque les vibrations

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CII, p. 106. Dans cette Note, par suite d'une erreur d'impression, le spectre ordinaire de la scheelite a été indiqué comme étant le spectre extraordinaire, et *vice versa*.

extraordinaires se propagent perpendiculairement à l'axe. On peut obtenir tous ces résultats soit au moyen de lames à faces parallèles taillées dans diverses directions, soit en plongeant les lames cristallines dans un liquide convenablement réfringent, et en donnant à la lame des orientations diverses par rapport à la direction d'un faisceau de lumière incidente polarisée rectilignement.

» Dans un Mémoire qui sera publié prochainement, on trouvera les dessins des spectres obtenus avec la scheelite, l'apatite, les zircons uranifères, l'idocrase, la pennine, etc. Les spectres de la scheelite ont déjà été décrits dans la Note précitée; ceux de la parisite sont très curieux à observer parce qu'ils présentent dans la région visible une trentaine de bandes qui toutes se modifient sans changer de position, et apparaissent ou disparaissent en passant d'un spectre à l'autre.

» Un des faits les plus importants à constater est qu'on n'observe aucun déplacement de bandes lorsque la direction des vibrations incidentes varie, mais que les bandes observées apparaissent ou disparaissent à des positions fixes, et ont leur maximum ou leur minimum d'intensité dans les spectres principaux ordinaire et extraordinaire. Comme on sait, d'autre part, que, dans un milieu isotrope, les bandes d'absorption d'une même substance ont des longueurs d'onde variables avec l'indice de réfraction du milieu, on peut en conclure que dans les cristaux uniaxes tout se passe comme si toute vibration lumineuse incidente se décomposait réellement à l'intérieur du cristal en deux vibrations dirigées, l'une parallèlement à l'axe, l'autre normalement à l'axe, pour se composer de nouveau en une vibration unique à la sortie du cristal, de sorte que les mouvements vibratoires orientés suivant ces directions seraient les seuls qui se propageraient à l'intérieur du cristal. De cette manière de concevoir le phénomène, on déduit aisément que l'intensité d'une vibration lumineuse de longueur d'onde déterminée, prise dans un rayon extraordinaire ayant traversé une épaisseur déterminée d'un cristal, dans une direction faisant avec l'axe un angle φ, sera représentée par

$$I = (a \sin^2\varphi + b \cos^2\varphi)^2,$$

a^2 et b^2 désignant les intensités correspondantes dans les spectres extraordinaire et ordinaire. Cette expression a donné des valeurs numériques concordantes avec des mesures photométriques exécutées sur des lames de pennine taillées dans diverses directions. On trouvera, sur ces déter-

minations, les développements convenables dans le Mémoire annoncé plus haut.

» Les phénomènes que présentent les cristaux *biaxes* sont beaucoup plus complexes. Dans chacun des cristaux étudiés, on avait fait tailler quatre lames à faces parallèles, d'égale épaisseur, et aussi bien orientées que possible, l'une perpendiculairement à la bissectrice de l'angle aigu des axes optiques, la seconde à la bissectrice de l'angle obtus, la troisième perpendiculairement à l'axe moyen, et la quatrième perpendiculairement à l'un des axes optiques.

» Lorsqu'on fait traverser chacune des trois premières lames normalement, par des rayons polarisés vibrant parallèlement à l'une, puis à l'autre des sections principales de ces lames, on obtient, avec tous les cristaux qui ont été observés, des spectres d'absorption deux à deux identiques, et qui se ramènent à trois types correspondant à des vibrations lumineuses parallèles à chacune des trois directions principales considérées, les bissectrices des axes optiques et l'axe moyen. Avec un cristal orthorhombique de chlorure double d'uranyle et de potassium, on observe dans la région bleue et violette les bandes caractéristiques des sels d'uranyle avec des modifications toutes particulières. Le spectre moyen paraît la superposition, avec des intensités différentes, des deux spectres principaux très distincts, correspondant aux deux autres axes de symétrie, et lorsque la lumière se propage dans la direction d'un des axes optiques, le spectre d'absorption ne paraît pas offrir de changement notable pour toute vibration incidente normale à l'axe.

» La même simplicité ne se présente plus avec les cristaux clinorhombiques et, en particulier, avec les cristaux de sulfate de didyme, dont j'ai pu, grâce à l'obligeance de M. Debray, étudier de magnifiques échantillons. Les trois lames perpendiculaires et parallèle aux bissectrices des axes optiques donnent encore trois spectres principaux se rapportant à trois directions des vibrations lumineuses, parallèles à chacune des bissectrices et à l'axe moyen. Parmi les trente ou quarante bandes et groupes de bandes que donne chaque spectre, dans la région visible, le plus grand nombre et les principales présentent un maximum d'absorption dans l'un des trois spectres principaux et disparaissent presque totalement dans l'un des autres, et l'on pourrait attribuer les petites différences observées à la dispersion des axes d'élasticité optique à l'intérieur du cristal.

» Mais le phénomène offre en outre des complications très curieuses :

d'autres bandes, et des plus intenses, varient très peu dans les spectres principaux; on peut citer, par exemple, une très forte bande ($\lambda = 527$ environ) qui présente cet effet. Bien plus, parmi ces bandes, il en est qui peuvent s'affaiblir au point de disparaître presque totalement pour des directions des vibrations lumineuses très différentes de celles des axes d'élasticité optique pour les couleurs correspondantes. Je citerai comme exemple le phénomène que présente une très forte bande d'absorption, la plus réfrangible du groupe $D_{i\alpha}$, dont la longueur d'onde est environ $\lambda = 571$. Cette bande, dont les variations d'intensité sont faibles dans les spectres principaux, disparaît presque complètement lorsque la lumière se propage parallèlement à l'un des axes optiques, et que la vibration incidente fait un angle d'environ 45° à 50° avec l'axe moyen. En tournant alors le polariseur de 90°, la bande présente un maximum d'absorption. On observe très nettement le phénomène, soit avec une plaque normale à l'un des axes optiques, soit en plongeant dans un liquide réfringent diverses lames auxquelles on donne des orientations convenables par rapport aux vibrations lumineuses incidentes.

» La disparition de cette bande 571 a lieu presque brusquement lorsque la direction de la propagation coïncide avec celle de l'axe optique, et cette bande apparaît de nouveau assez intense, pour des déplacements très petits de la lame; en même temps, un grand nombre d'autres bandes manifestent des changements brusques analogues. Ce phénomène se présente avec chacun des deux axes optiques correspondant à cette longueur d'onde, qui sont très écartés (84°,5 environ), et il est symétrique par rapport à chacun d'eux.

» En dehors de ces anomalies, il semble qu'en général on puisse supposer qu'il y ait, pour chaque bande d'absorption, un système unique de trois directions principales rectangulaires telles qu'on puisse représenter l'intensité d'une vibration lumineuse qui sort d'un cristal parallèlement à la direction de la vibration incidente par une expression de la forme

$$I = (a\cos^2\alpha + b\cos^2\beta + c\cos^2\gamma)^2,$$

α, β et γ désignant les angles de la direction de la vibration avec les directions principales, et a^2, b^2 et c^2 désignant les intensités principales de la radiation considérée.

» Des mesures photométriques, exécutées avec des plaques d'épidote, ont paru justifier cette hypothèse.

» Bien que cette question fort complexe soit loin d'être élucidée, les ré-

sultats entièrement nouveaux que j'ai obtenus jusqu'ici m'ont paru assez intéressants pour être présentés à l'Académie. »

CHIMIE. — *Sur la décomposition de l'acide fluorhydrique par un courant électrique*. Note de M. **H. Moissan**, présentée par M. Debray.

« Dans un Mémoire précédent ([1]), nous avons indiqué qu'il est possible de décomposer l'acide fluorhydrique anhydre sous l'action d'un courant électrique : au pôle négatif, on recueille de l'hydrogène; au pôle positif, il se dégage un corps gazeux ayant des propriétés nouvelles, sur lesquelles nous avons eu déjà l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie.

» Cette expérience se fait dans un tube en U en platine, fermé par des bouchons de fluorine et portant sur le haut de chaque branche un petit tube à dégagement, également en platine. Au travers du bouchon passe une tige de platine, qui sert d'électrode; le métal employé au pôle positif est un alliage de platine renfermant 10 pour 100 d'iridium.

» Pour obtenir l'acide fluorhydrique pur et anhydre, on commence par préparer le fluorhydrate de fluorure de potassium, en prenant toutes les précautions indiquées par M. Fremy ([2]). Lorsqu'on a obtenu ce sel pur, on le dessèche au bain-marie, à 100°, et la capsule de platine qui le contient est placée ensuite sous le vide, en présence d'acide sulfurique concentré et de deux ou trois bâtons de potasse fondue au creuset d'argent. L'acide et la potasse sont remplacés tous les matins, pendant quinze jours, et le vide est toujours maintenu dans les cloches à 2^{cm} de mercure environ. Il faut avoir soin, pendant cette dessiccation, de pulvériser le sel chaque jour dans un mortier de fer, afin de renouveler les surfaces; lorsque le fluorhydrate ne contient plus d'eau, il tombe en poussière et peut alors servir à préparer l'acide fluorhydrique. Il est à remarquer que le fluorhydrate de fluorure de potassium bien préparé est beaucoup moins déliquescent que le fluorure.

» Lorsque le fluorhydrate est bien sec, il est introduit rapidement dans un alambic en platine que l'on a séché en le portant au rouge peu de temps auparavant. On le maintient à une douce température pendant une

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CII, p. 1543.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLVII, p. 5.

heure ou une heure et demie, de façon que la décomposition commence très lentement; on perd cette première portion d'acide fluorhydrique formé, qui entraîne avec elle les petites traces d'eau pouvant rester dans le sel. On adapte alors le récipient de platine et l'on chauffe plus fortement, tout en conduisant la décomposition du fluorhydrate avec une certaine lenteur. On entoure ensuite le récipient d'un mélange de glace et de sel, et, à partir de ce moment, tout l'acide fluorhydrique est condensé et fournit alors un liquide limpide, bouillant à 19°,5, très hygroscopique et fournissant, comme l'on sait, d'abondantes fumées en présence de l'humidité de l'air.

» Pendant cette opération, le tube en U en platine, desséché avec le plus grand soin, a été fixé au moyen d'un bouchon dans un vase de verre cylindrique et entouré de chlorure de méthyle. Jusqu'au moment de l'introduction de l'acide fluorhydrique, les tubes abducteurs sont reliés à des éprouvettes desséchantes contenant de la potasse fondue. Pour faire pénétrer l'acide fluorhydrique dans ce petit appareil, on peut l'absorber par l'un des tubes latéraux dans le récipient même où il s'est condensé.

» Dans quelques expériences nous avons condensé directement l'acide fluorhydrique dans le tube en U entouré de chlorure de méthyle; mais, dans ce cas, on doit veiller avec soin à ce que les tubes ne s'obstruent pas par de petites quantités de fluorhydrate entraîné, ce qui amène infailliblement une explosion ou des projections toujours très dangereuses avec un liquide aussi corrosif.

» Lorsque l'on a fait pénétrer, à l'avance, un volume déterminé d'acide fluorhydrique liquide dans le petit appareil en platine, refroidi par le chlorure de méthyle en ébullition tranquille, à la température de — 23°, on fait passer, dans les électrodes, le courant produit par 20^{él} Bunsen, grand modèle, montés en série. Un ampère-mètre placé dans le circuit permet de se rendre compte de l'intensité du courant.

» Si l'acide fluorhydrique renferme une petite quantité d'eau, soit par manque de soin, soit qu'on l'ait ajoutée avec intention, il se dégage tout d'abord au pôle positif de l'ozone qui n'exerce aucune action sur le silicium cristallisé. Au fur et à mesure que l'eau contenue dans l'acide est ainsi décomposée, on remarque, grâce à l'ampère-mètre, que la conductibilité du liquide décroît rapidement. Avec de l'acide fluorhydrique absolument anhydre, le courant ne passe plus. Dans plusieurs de nos expériences, nous sommes arrivés à obtenir un acide anhydre tel qu'un courant de 25 ampères était totalement arrêté.

» Afin de rendre ce liquide conducteur, nous y avons alors ajouté, avant l'expérience, une petite quantité de fluorhydrate de fluorure de potassium séché et fondu ([1]). Dans ce cas, la décomposition se produit d'une façon continue; on obtient, au pôle négatif, de l'hydrogène et, au pôle positif, un dégagement régulier d'un gaz incolore dans lequel le silicium cristallisé, froid, brûle avec beaucoup d'éclat, en se transformant en fluorure de silicium. Ce dernier gaz a été recueilli sur le mercure et nettement caractérisé.

» Le bore adamantin de Deville brûle également, mais avec plus de difficulté, en se transformant en fluorure de bore. La petite quantité de carbone et d'aluminium qu'il renferme entrave la combinaison. L'arsenic et l'antimoine en poudre se combinent à ce corps gazeux avec incandescence. Le soufre s'y enflamme, et l'iode s'y combine avec une flamme pâle en perdant sa couleur. Nous avons déjà fait remarquer qu'il décompose l'eau à froid en produisant de l'ozone et de l'acide fluorhydrique.

» Les métaux sont attaqués avec beaucoup moins d'énergie; cela tient, pensons-nous, à ce que la petite quantité de fluorure métallique formé empêche l'attaque d'être plus profonde. Le fer et le manganèse en poudre, légèrement chauffés, brûlent en fournissant des étincelles. Les corps organiques sont violemment attaqués. Un morceau de liège, placé auprès de l'extrémité du tube de platine par lequel le gaz se dégage, se carbonise aussitôt et s'enflamme. L'alcool, l'éther, la benzine, l'essence de térébenthine, le pétrole prennent feu à son contact.

» Le gaz produit au pôle négatif est de l'hydrogène brûlant avec une flamme pâle et ne produisant aucune de ces réactions.

» Lorsque l'expérience a duré plusieurs heures et que la quantité d'acide fluorhydrique liquide restant au fond du tube n'est plus suffisante pour séparer les deux gaz, ils se recombinent à froid dans l'appareil avec une violente détonation.

» Nous nous sommes assuré par des expériences directes, faites au moyen d'ozone saturé d'acide fluorhydrique, qu'un semblable mélange ne produit aucune des réactions décrites précédemment.

» Il en est de même de l'acide fluorhydrique gazeux. Enfin nous ajouterons que l'acide fluorhydrique employé ainsi que les fluorhydrates de fluorure étaient absolument exempts de chlore.

([1]) Nous rappelons que les analyses de ce composé, faites par Berzélius, par M. Fremy et par d'autres savants, conduisent exactement à la formule KFl, HFl.

» Le gaz obtenu dans nos expériences est donc ou le fluor ou un perfluorure d'hydrogène.

» De nouvelles expériences sont nécessaires pour élucider ce dernier point; nous espérons pouvoir les soumettre bientôt à l'appréciation de l'Académie. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De l'uréthane au point de vue de l'analyse chimique.* Note de M. **Georges Jacquemin**, présentée par M. Berthelot.

« L'importance que vient de prendre l'uréthane au point de vue physiologique m'a porté à rechercher un réactif capable de caractériser ce corps et de confirmer ou d'infirmer l'hypothèse de son élimination par les urines.

» Quand, à une dissolution d'uréthane, on ajoute du chlorure mercurique, puis de la potasse, il se forme un précipité blanc abondant.

» Ce corps, chauffé en présence d'un excès d'uréthane, se dissout et reprend son insolubilité par refroidissement, tandis qu'en présence d'un excès de potasse, il jaunit en devenant oxyde mercurique. Il est insoluble dans l'alcool et l'éther, dont le contact prolongé ne l'altère pas.

» On peut obtenir un précipité en opérant inversement, c'est-à-dire en ajoutant à la dissolution d'uréthane d'abord de la potasse, puis du chlorure mercurique sans excès, qui donne un précipité jaune devenant blanc par agitation.

» L'oxyde mercurique récemment précipité se dissout à une légère chaleur dans l'uréthane et par refroidissement il se forme un précipité blanc. En continuant l'action de la chaleur, il se produit un corps noir peu abondant qui surnage, et par abaissement de température un trouble légèrement teinté de jaune.

» L'uréthane précipite encore par les sels mercuriques dans des dissolutions à 1,50 pour 1000. Au-dessous de ce poids, que je ne fixe pas d'une manière absolue comme limite, voici ce que j'ai observé : si, à une dissolution à $0^{gr},00005$ d'uréthane par centimètre cube, on ajoute de la potasse, puis goutte à goutte du chlorure mercurique, chaque goutte de ce dernier produit un précipité jaune qui se dissout, tant qu'il y a de l'uréthane, et finalement le précipité jaune devient persistant.

» Je me suis assuré que ma réaction pouvait servir au dosage volumétrique de l'uréthane. L'expérience m'a montré que $0^{gr},10$ d'uréthane en

dissolution dans 10^{cc} d'eau, additionnés de potasse en excès, sont entièrement précipités par 10^{cc} d'une liqueur titrée renfermant $30^{gr},44$ de chlorure mercurique par litre. La limite de l'opération est marquée par l'apparition franche d'un précipité jaune persistant d'oxyde mercurique, précédé d'une teinte très légèrement jaunâtre, qu'un peu d'habitude ne permet pas de confondre.

» Le nitrate mercurique, l'acétate mercurique, agissent vis-à-vis de l'uréthane en présence de la potasse comme le chlorure; ces deux sels, qui précipitent directement l'urée et ne précipitent l'uréthane qu'avec le concours de la potasse, sont donc des réactifs différentiels de ces deux composés. Le nitrate mercureux, dans les mêmes conditions, précipite en noir l'uréthane. Le nitrate d'argent est aussi sans action sur le carbonate d'éthyle, mais l'addition de potasse forme un précipité rouge-brique, qui ne tarde pas à noircir et noircit immédiatement par agitation avec de l'éther.

» *Recherche de l'uréthane dans l'urine.* — Voici l'application de ce qui précède à la recherche de l'uréthane dans l'urine. L'urine normale, même très étendue d'eau, donne par ma réaction un précipité blanc, mais qui noircit par l'ébullition. Il faut donc extraire l'uréthane qui pourrait se trouver dans l'urine d'un malade soumis à ce traitement. Je le fais avec l'éther : il faut trois cents secousses au moins et, après décantation, laver à plusieurs reprises à l'eau. Le résidu de l'évaporation de l'éther est dissous dans très peu d'eau et traité comme ci-dessus. En se servant de la liqueur titrée de chlorure mercurique, on pourra apprécier le poids de l'uréthane extraite d'un volume donné d'urine. Mes expériences ont été faites avec de l'urine normale additionnée de poids divers d'uréthane. Quant à l'urine normale seule, traitée par l'éther, elle ne fournit pas plus ma réaction que l'eau pure.

» Mais l'uréthane peut-elle subsister au contact des liquides alcalins de l'économie? On sait qu'elle est décomposée à l'ébullition par la potasse. J'ai constaté qu'elle l'est lentement à froid, plus rapidement à 30°; car dans ce cas on perçoit un dégagement d'ammoniaque déjà au bout d'un quart d'heure. Il peut se former de l'urée qui se détruit à son tour. La décomposition finale donne du carbonate de potasse, de l'ammoniaque et de l'alcool que je caractérise par sa transformation en éther acétique.

» A ce propos, j'ai observé que l'uréthane se sépare, par addition de carbonate de potasse sec, de sa dissolution aqueuse sous forme d'une couche huileuse, qui après isolement se cristallise.

» Les expériences que je poursuis sur l'uréthane en présence des albuminoïdes seront étendues à la bile et au sang. J'ai déjà constaté que l'albumine et le jaune de l'œuf, séparés et chauffés avec de l'uréthane à 30°, la décomposent d'une manière analogue à la dissolution aqueuse de potasse, mais que la mise en liberté de l'ammoniaque est infiniment moindre, et qu'après une action prolongée on ne retrouve plus ni urée, ni uréthane. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de quelques chlorures organiques sur le diphényle en présence du chlorure d'aluminium.* Note de M. **P. Adam**, présentée par M. Friedel.

« La méthode de MM. Friedel et Crafts permet d'obtenir avec le diphényle des dérivés de même ordre que dans la série de la benzine, et les homologues et isomères sont en plus grand nombre encore, par suite de la complication plus grande de la molécule.

» L'action du chlorure de méthylène et du chlorure de méthyle a été d'abord étudiée. Le premier de ces réactifs a permis de réaliser la synthèse du *fluorène* $C^{13}H^{10}$, découvert par M. Berthelot dans les hydrocarbures du goudron de houille.

» Dans 15 parties de diphényle, simplement porté à l'état liquide, et mélangé de chlorure d'aluminium (1 partie), on fait passer lentement du chlorure de méthylène (1 partie). La réaction est assez énergique pour qu'il soit inutile de chauffer pour maintenir liquide le mélange. Quand tout le chlorure de méthylène a été introduit, on chauffe au bain-marie, tant qu'il se dégage de l'acide chlorhydrique. La masse est projetée dans l'eau et distillée. On obtient ainsi un produit bouillant à 300°-305° qui, lavé à l'alcool, est parfaitement blanc et cristallisé : c'est le fluorène ou diphénylène-méthane $\begin{matrix} C^6H^4 \\ | \\ C^6H^4 \end{matrix} \!\!> CH^2$.

» Cet hydrocarbure a été caractérisé par les propriétés suivantes : il fond à 113° et bout à 300°-305°. Traité par le brome à froid en solution sulfocarbonique, il donne un dérivé bibromé fusible à 166° (Barbier, 167°). Ce dérivé, traité à nouveau par le brome à chaud, se transforme en fluorène tribromé, fusible à 161° (Barbier).

» Ces caractères ont été observés parallèlement sur du fluorène naturel, et les cristaux, comparés au microscope, ont présenté le même aspect.

» Entre le diphényle bouillant à 254° et le fluorène, il ne passe rien à la distillation, mais, vers 310°-320°, distille un produit fusible à 161°, point de fusion du diphényle-diphényle méthane $CH^2 (C^6H^4 - C^6H^5)^2$.

» L'action du chlorure de méthyle sur le diphényle, en présence du chlorure d'aluminium, donne un grand nombre de dérivés. Ces hydrocarbures, à points d'ébullition très voisins, se séparent mal à la distillation fractionnée. Ceux qui passent de 262° à 310° sont liquides, les suivants sont solides. L'étude de ces corps et de leurs dérivés n'est pas encore terminée ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les propylamines normales*. Note de M. **Camille Vincent**, présentée par M. Friedel.

« La monopropylamine normale a été obtenue par Mendius, en hydrogénant le propionitrile. Plus tard, M. Silva l'obtint en traitant par la potasse un mélange de cyanate et de cyanurate de propyle. M. Hofmann l'a préparée en faisant agir la potasse sur un mélange de brome et d'amide butyrique.

» Enfin, Rœmer a obtenu la tripropylamine, en dédoublant l'iodure de tétrapropylammonium par la potasse.

» J'ai préparé les trois propylamines mélangées, en appliquant la méthode générale de Hofmann, pour la synthèse des ammoniaques composées, et j'ai séparé ces trois amines.

» J'ai chauffé, au bain-marie en matras scellés, un mélange de 1 partie d'iodure de propyle et 1,5 partie d'alcool saturé de gaz ammoniac.

» Le produit de la réaction, évaporé, a laissé un résidu salin d'iodures, qui a été soumis à la distillation avec une lessive de potasse. J'ai obtenu ainsi un mélange des trois propylamines, contenant peu de tripropylamine, qui a été distillé à l'aide d'un appareil de Le Bel et Henninger, de façon à séparer un premier mélange, jusqu'à 78°, renfermant la presque totalité de la monopropylamine; puis un second, distillant de 78° à 156°, contenant la plus grande partie des deux autres amines.

» Le premier liquide, additionné d'alcool, a été titré et traité par la quantité convenable d'oxalate d'éthyle. Le mélange s'est fortement échauffé et a abandonné, en refroidissant, de grandes aiguilles prisma-

---

([1]) Laboratoire de M. Grimaux, à l'École Polytechnique.

tiques, grasses au toucher, de dipropyloxamide. Ce produit, déjà obtenu par Wallach et Schulze, fond à 161°,5 et se prend par le refroidissement en une masse cristalline feuilletée. Il est volatil et se sublime facilement en longues aiguilles.

» La dipropyloxamide, insoluble dans l'eau, est soluble dans l'alcool, ce qui permet de la purifier.

» Par l'action d'une lessive de potasse, elle donne la monopropylamine. Il est indispensable de mélanger la dipropyloxamide avec son poids d'alcool, pour qu'elle soit attaquée par la potasse; la réaction s'opère alors sans difficulté, et l'oxalate de potasse, qui prend naissance, reste dissous dans la lessive.

» On recueille, à la distillation, une dissolution alcoolique de propylamine, qu'on sature par l'acide chlorhydrique, et le chlorhydrate obtenu est évaporé pour chasser l'alcool.

» Décomposé par la potasse, ce chlorhydrate donne la monopropylamine. Ainsi préparé, ce produit, parfaitement desséché sur la baryte, bout à 49° sous 758^{mm} à 0°.

» Le liquide, séparé des premiers cristaux de dipropyloxamide, concentré au bain-marie, a fourni une nouvelle quantité de cristaux; enfin, la liqueur mère huileuse, formée surtout de dipropyloxamate d'éthyle, décomposée par la potasse, a donné un mélange de propylamines qui a été réuni aux produits bruts d'une opération suivante.

» Le produit alcalin recueilli entre 78° et 156°, additionné d'eau, a été saturé par l'acide chlorhydrique; le mélange de chlorhydrates, évaporé à 105°, a été additionné de son poids de nitrite de soude en dissolution concentrée, puis on a chauffé; une réaction s'est déterminée aussitôt, et le liquide s'est recouvert d'une couche huileuse jaune, tandis qu'il s'est dégagé un mélange gazeux de bioxyde d'azote, d'azote et de propylène; ces deux derniers gaz provenant de la décomposition du nitrite de propylamine, selon la réaction indiquée par MM. Meyer et Forster (1).

» La proportion très faible d'azote et de propylène m'a montré que la séparation de la monopropylamine par distillation avait été satisfaisante.

» La réaction terminée, on a distillé le mélange dans le vide, en allant jusqu'à sec. On a recueilli un liquide mixte formé de deux couches, l'une inférieure aqueuse; l'autre huileuse jaune, composée de nitrosodipropylamine et de tripropylamine mélangées.

---

(1) *Deutsche chemische Gesellschaft*, t. IX, p. 529

» Le résidu de l'opération ne renfermait plus d'amines. La couche huileuse a été saturée exactement par l'acide sulfurique étendu d'eau, puis soumise à une nouvelle distillation dans le vide. On a recueilli de l'eau et de la nitrosodipropylamine, tandis qu'il est resté, comme résidu, du sulfate de tripropylamine pur.

» L'équation suivante explique la production de la nitrosodipropylamine :

$$AzH(C^3H^7)^2 + AzO^2H = H^2O + Az(C^3H^7)^2AzO.$$

» Ce composé est un liquide jaune clair ayant une odeur aromatique rappelant celle du foin ; il est presque insoluble dans l'eau. Sa densité à 0° est de 0,931. Il bout à 205°,9 (température corrigée) sous 758^{mm} à 0°.

» La nitrosodipropylamine se dissout instantanément dans l'acide chlorhydrique concentré, avec élévation de température. Si l'on chauffe le mélange au bain-marie, une vive réaction se produit, de la dipropylamine est régénérée et reste combinée à l'excès d'acide, tandis qu'il se dégage de l'acide chloronitreux. On doit disposer un réfrigérant cohobateur à la suite de l'appareil. La réaction n'est complète qu'après plusieurs jours ; on en est averti lorsqu'un papier imprégné d'iodure de potassium et d'amidon ne bleuit plus à l'extrémité du tube cohobateur.

» Le chlorhydrate ainsi obtenu, décomposé par la potasse caustique, donne la dipropylamine normale, qui desséchée sur la baryte bout à 97°,5 (température corrigée) sous 757^{mm} à 0°. Sa densité est de 0,756 à 0° : cette amine présente une forte odeur ammoniacale; elle brûle avec une flamme éclairante. Elle est légèrement soluble dans l'eau; et de même, elle dissout une petite quantité d'eau, qu'on lui enlève facilement par la baryte anhydre. Cent parties d'eau dissolvent 4,86 de dipropylamine à 23°. Cette solubilité diminue rapidement à mesure que la température s'élève, à tel point qu'une dissolution saturée à la température ambiante devient laiteuse par la précipitation d'une certaine quantité d'amine, lorsqu'on échauffe le flacon qui la contient, par le contact de la main. La dissolution de dipropylamine donne avec les dissolutions métalliques des réactions intéressantes qui sont à l'étude.

» Le sulfate de tripropylamine, obtenu comme nous l'avons indiqué, décomposé par une lessive de potasse, donne la tripropylamine pure, bouillant à 156°,4 (température corrigée) sous 757^{mm} à 0°. Elle est presque insoluble dans l'eau; à 20° l'eau n'en dissout que 0,6 pour 100 de son poids. Elle ne possède qu'une faible odeur ammoniacale, et brûle avec une flamme très éclairante; sa densité à 0° est de 0,771.

» En résumé, j'ai séparé les trois propylamines normales; j'ai fait connaître la nitrosodipropylamine et la dipropylamine; j'ai déterminé les constantes physiques de la di-, de la tripropylamine et de la nitrosodipropylamine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une créatinine nouvelle, l'éthylamido-acétocyamidine, et sur la formation des créatinines et des créatines.* Note de M. E. **Duvillier**, présentée par M. Friedel.

« Dans une précédente Communication ([1]), j'ai eu l'honneur de faire connaître à l'Académie les remarques que j'avais faites concernant la formation des créatines et des créatinines par voie de synthèse. J'ai montré, en effet, que la méthode de Strecker ([2]), pour effectuer la synthèse de la glycocyamine, méthode qui permit plus tard à Volhardt ([3]) d'effectuer la synthèse de la créatine, et qui permit ensuite à divers savants et à moi-même de produire un certain nombre de corps de la même famille, n'était pas générale; car cette méthode, dans un grand nombre de cas, m'avait fourni directement une créatinine et non une créatine, contrairement à ce qui avait été observé jusque-là.

» J'ai fait voir, en effet, que les acides amidés, dérivés de l'ammoniaque ordinaire, traités par la cyanamide, suivant la méthode de Strecker, fournissent toujours une créatine à l'aide de laquelle on obtient facilement la créatinine correspondante, et que les créatinines ainsi obtenues ont toujours, lorsqu'elles sont en solution dans l'eau, une grande tendance à repasser à l'état de créatines. Mais il n'en est pas de même avec les acides amidés dérivés des ammoniaques composées : ceux-ci, soumis à l'action de la cyanamide, m'ont toujours fourni immédiatement des créatinines, et les créatines correspondantes ne se sont jamais produites. Toutefois, deux acides amidés font exception à cette règle : ce sont le méthylglycocolle et l'acide α-méthylamidopropionique, qui fournissent des créatines, comme le font les acides amidés dérivés de l'ammoniaque.

» Pour compléter la série des nombreux acides amidés dont j'ai étudié la manière de se comporter en présence de la cyanamide, il me restait à

([1]) *Comptes rendus*, t. C, p. 916; 1885.
([2]) *Ibid.*, t. LII, p. 1212; 1861.
([3]) *Sitzungsber. der K. bayer. Academie d. Wissensch.*, t. II, p. 472; 1868.

voir comment se comporterait l'éthylglycocolle avec ce corps, les homologues supérieurs de cet acide m'ayant tous fourni une créatinine.

» *Éthylamido-acétocyamidine* ou *éthylglycocyamidine*. — En abandonnant une solution aqueuse, concentrée d'éthylglycocolle et de cyanamide, on obtient quelques cristaux en longues aiguilles, accompagnés de quelques cristaux de dicyandiamide; par concentration de la liqueur, il se dépose de nouveaux cristaux, qu'on purifie par plusieurs cristallisations dans l'eau.

» Ces cristaux soumis à l'analyse répondent à la composition de l'éthylglycocyamidine, qui a pour formule

$$AzH = C \begin{cases} AzH & -CO \\ & \quad | \\ Az(C^2H^5) & -CH^2 \end{cases}.$$

» En effet :

» I. $0^{gr},345$ de ces cristaux fournirent $0^{gr},593$ d'acide carbonique et $0^{gr},233$ d'eau;

» II. $0^{gr},305$ fournirent 90^{cc} d'azote à la température de $22^o,8$ et sous la pression corrigée de $760^{mm},7$:

	Calculé.	Trouvé.
C^5	47,24	46,87
H^9	7,09	7,50
Az^3	33,07	33,30
O	12,60	»
	100,00	

» L'éthylglycocyamidine, lorsqu'elle se dépose lentement de sa solution dans l'eau, cristallise en longues aiguilles, fortement aplaties, et souvent même en lamelles. Ces cristaux sont anhydres. Ils se dissolvent à 25° dans 11,5 fois leur poids d'eau.

» Cette créatinine se dépose de sa solution alcoolique en petits prismes. A 25° elle se dissout dans 96 fois son poids d'alcool.

» L'éthylglycocolle fournissant, sous l'action de la cyanamide, une créatinine et pas de créatine, je puis maintenant donner la loi de formation des créatinines et des créatines, par voie de synthèse :

» 1° L'action de la cyanamide sur les acides amidés dérivés de l'ammoniaque ordinaire fournit des créatines à l'aide desquelles on obtient facilement les créatinines correspondantes ;

» 2° Les acides amidés dérivés de la méthylamine fournissent des créatinines. Les deux premiers termes de la série, le méthylglycocolle et l'acide

α-méthylamidopropionique, font exception; ils fournissent chacun une créatine à l'aide de laquelle on obtient facilement la créatinine correspondante;

» 3° Les acides amidés dérivés de l'éthylamine fournissent tous des créatinines et pas de créatines.

» Des résultats de mes recherches sur la formation des créatines et des créatinines, il semble résulter, jusqu'à présent, que l'action de la cyanamide sur les acides amidés consiste essentiellement à former des créatinines, la formation de créatines n'ayant lieu que dans un petit nombre de cas; la formation des créatines peut donc être regardée comme une exception. Il est même probable que les acides amidés dérivés d'ammoniaques supérieures à l'éthylamine, ou de bases plus complexes, fourniront uniquement des créatinines. C'est la vérification de cette hypothèse que je me réserve de poursuivre, et j'espère avoir l'honneur de faire prochainement connaître à l'Académie les résultats des nouvelles recherches que j'ai entreprises sur ce sujet. »

CHIMIE. — *Sur une combinaison du chlorure stannique avec l'acide chlorhydrique (acide chlorostannique).* Note de M. **R. Engel**, présentée par M. Friedel.

« Le chlorure stannique $SnCl^4$ forme avec l'eau plusieurs combinaisons. L'une de ces combinaisons, celle qui répond à la formule

$$SnCl^4 + 5H^2O,$$

se liquéfie peu à peu en présence du gaz acide chlorhydrique. Si l'on dirige un courant de ce gaz bien desséché sur les cristaux de pentahydrate de chlorure stannique pendant un temps suffisamment prolongé, tout le corps solide finit par disparaître et l'on obtient finalement un liquide homogène. Ce liquide saturé d'acide chlorhydrique à la température de 28° a pour densité, à cette température, 1,971 et renferme pour 100 :

Cl	46,4	46,8
Sn	30,7	31,0
H^2O	22,9	22,2

» Si l'on refroidit ce liquide à 0°, il ne tarde pas à se prendre en une masse cristalline, composée de minces feuillets qui retiennent une abon-

dante eau mère. J'ai pu séparer les cristaux du liquide à l'aide d'une petite essoreuse faisant 3000 tours à la minute. On obtient ainsi de beaux cristaux blancs, qui, introduits dans des flacons bien secs et bien bouchés, subissent la fusion vers 20°. Ils conservent l'état solide à 0°.

» Le liquide provenant de la fusion de ces cristaux a pour densité 1,925 à 27°-28°. Ce composé est une combinaison de chlorure stannique et d'acide chlorhydrique qui répond à la formule $SnCl^4 + 2HCl + 6H^2O$.

» Son analyse a en effet donné les résultats suivants :

	Analyses.			Moyenne.	Calculé pour $SnCl^4 + 2HCl + 6H^2O$.
	1.	2.	3.		
Cl.....	48,4	47,7	47,9	48,0	48,29
Sn	26,2	26,7	27,2	26,7	26,75

» Lorsqu'on chauffe le liquide provenant de la fusion des cristaux de chlorhydrate de chlorure stannique, il se produit déjà à une température peu élevée un abondant dégagement d'acide chlorhydrique.

» Comme pour obtenir ce corps, qui renferme six molécules d'eau pour une molécule de chlorure stannique, on est parti de l'hydrate à cinq molécules d'eau, il en résulte que les eaux mères d'où se sont déposés les cristaux doivent être, quoique incristallisables à 0°, plus riches en chlorure d'étain, par rapport à l'eau, que le corps d'où l'on est parti et qui ne fond que vers 60°. Le chlorure stannique sur lequel on a fait agir l'acide chlorhydrique avait en effet la composition suivante :

	Trouvé.	Calculé pour $SnCl^4 + 5H^2O$.
Cl................	40,3 et 40,4	40,58
Sn................	32,8 et 33,0	33,7
H^2O..............	26,9	25,72

» Quant aux eaux mères d'où s'est déposé le corps cristallisé, on a trouvé qu'elles renfermaient pour 100 :

Cl..............................	46,3
Sn..............................	31,24
Eau (par différence)..............	22,46

Leur densité est de 1,977 à 28°.

» Si l'on sature ces eaux mères d'acide chlorhydrique à 0°, on obtient

de nouveaux cristaux du même composé

$$SnCl^4 + 2HCl + 6H^2O,$$

et les eaux mères ont alors pour densité 2,015.

» La présence d'acide chlorhydrique empêche donc la formation à l'état cristallisé, et cela même à 0°, des hydrates de chlorure d'étain.

» La combinaison de chlorure stannique et d'acide chlorhydrique que j'ai obtenue et dont j'ai donné l'analyse plus haut dérive d'un hydrate de chlorure stannique connu $SnCl^4 + 8H^2O$, par la substitution de deux molécules d'acide chlorhydrique à deux molécules d'eau. C'est un acide chlorostannique qui répond par sa composition à l'acide chloroplatinique. Ces deux corps ont en effet respectivement pour formule

$$SnCl^4 + 2HCl + 6H^2O$$

et

$$PtCl^4 + 2HCl + 6H^2O.$$

» A ces acides répondent les chloroplatinates et chlorostannates, bien connus des chimistes. »

CHIMIE. — *Sur l'alcoolate de potasse.* Note de M. **E.-J. Maumené.**

« A propos de la Communication faite par M. Engel dans la dernière séance, l'Académie me permettra de rappeler que j'ai fait connaître un alcoolate de potasse cristallisé (1). Cet alcoolate, préparé dans une atmosphère d'hydrogène, est parfaitement incolore et m'a paru formé de 47^{gr} de potasse fondue au rouge et de 116^{gr} d'alcool; ce qui peut être mis sous la forme

$KO(HO)^{1,2}$	$57^{gr},8$	ou	56
$C^4H^6O^2$	$116^{gr},0$	ou	112

ou, en équivalents,

	Équivalents.
KOHO (selon M. Engel)	1
$C^4H^6O^2$	2,44

» M. Engel admet 2,00 et non 2,44; mais ses analyses donnent 62,7 d'al-

(1) *Les Mondes,* 19 décembre 1872, et *Traité de la théorie générale,* p. 153.

cool au lieu de 62,1, et, chose bien extraordinaire, en moyenne, 8,23 d'hydrogène, au lieu de 8,78 (1).

» Je n'insisterai pas, mais je citerai un fait important, celui qui seul explique le rôle de la potasse alcoolique. L'alcoolate conservé devient

$$C^4H^7O^3KO,$$

c'est-à-dire un sel d'un acide remarquable

$$C^4H^8O^4 = C^4H^4O^4 + H^4,$$

sel cristallisé incolore donnant, avec les divers sels métalliques, des réactions caractéristiques.

» La dissolution, chauffée avec $AzO^5(HO)^6$, donne lieu à une effervescence. Si l'on ajoute de la soude, il se dégage C^2H^3Az, comme l'indique ma *Théorie générale*. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Les antennes des Euniciens*. Note de M. **Et. Jourdan**, présentée par M. A. Milne-Edwards (2).

« Je me suis appliqué, dans les recherches que je poursuis sur les Annélides polychètes, à étudier avec soin la structure histologique des organes des sens et en particulier celle de ces appendices sensitifs, connus sous le nom d'*antennes, cirrhes, palpes,* qui sont considérés comme servant au tact. Les faits que j'ai observés me semblent combler une lacune, aussi ai-je pensé qu'il était peut-être bon de faire connaître, dès aujourd'hui, les résultats de quelques-unes de mes observations.

» La forme, le nombre, la situation des antennes des Euniciens sont connus des zoologistes; mais les dimensions de ces petits organes, leur défaut de transparence n'ont pas permis aux auteurs qui m'ont précédé dans cette voie des études bien attentives. Pour obtenir des résultats

(1) On a :

C^8	48	32,435
H^{13}	13	8,78
O^6	48	32,435
K	39	26,35
	148	100,00

(2) Laboratoire de Zoologie marine de Marseille.

meilleurs j'ai dû nécessairement recourir aux méthodes histologiques. A l'aide des coupes et des dissociations j'ai pu voir que chaque antenne était constituée par une cuticule d'enveloppe, par un nerf occupant l'axe de l'organe et par des cellules disposées entre le filet nerveux et la cuticule.

» La membrane cuticulaire est ici, comme sur les cirrhes, remarquable par sa minceur, elle n'offre aucun pore glandulaire, mais elle présente des dépressions très faibles au centre desquelles on trouve un ou plusieurs cils hyalins à peine visibles avec les plus puissants objectifs.

» Au-dessous de la cuticule on aperçoit des cellules cylindriques disposées en une couche unique. Cette couche correspond à l'hypoderme des auteurs; les éléments épithéliaux qui la constituent sont serrés les uns contre les autres, ils rappellent par leur disposition et leur forme les cellules qui tapissent le canal de l'épendyme de quelques Vertébrés : ils ont un protoplasma hyalin légèrement granuleux et un gros noyau ovoïde. Leurs limites sont difficiles à déterminer et nos observations nous portent à croire qu'ils sont dépourvus de membrane d'enveloppe. Tous possèdent à leur base un prolongement filiforme. Parmi ces cellules épithéliales on distingue d'autres éléments qui mériteraient plutôt le nom de *bâtonnet;* ceux-ci sont en effet beaucoup plus étroits, ils possèdent un noyau très mince et ils prennent sous l'influence de l'acide osmique une couleur d'un brun presque noir. Je distingue encore parmi les cellules de l'épiderme des fibrilles excessivement fines groupées en faisceaux qui s'insinuent entre les autres éléments épithéliaux. Ces fibrilles se mettent en contact avec la cuticule au niveau des points où celle-ci est traversée par les cils que j'ai déjà signalés. Je ne doute pas que ces fibrilles ne remplissent des fonctions plus spécialement sensitives.

» Les prolongements basilaires de ces éléments épidermiques de types divers s'entrelacent et forment à la base de cette couche cellulaire une sorte de gaine fibrillaire entourant le nerf. Dans cette zone, on distingue un grand nombre de cellules isolées ou réunies en groupe disposés entre la couche cellulaire et le nerf. Les rapports des pieds des cellules épidermiques avec ces éléments sont difficiles à apercevoir sur les coupes. Les dissociations fournissent des résultats bien plus concluants : elles démontrent que les prolongements basilaires des cellules épidermiques, des bâtonnets et des fibrilles sont souvent en rapport avec des cellules bipolaires faisant partie des amas que je viens de signaler. Quelle valeur est-il possible d'attribuer à ces éléments? Beaucoup d'histologistes les considéreront peut-être difficilement comme des cellules nerveuses. Un certain nombre

de faits m'engagent cependant à admettre cette interprétation. Je ferai remarquer d'abord qu'il existe entre ces éléments et ceux de la couche nucléaire du cerveau du même ver une identité complète; il est donc bien difficile de ne pas regarder les uns et les autres comme étant de même nature. On trouve aussi chez quelques Invertébrés, et en particulier chez les Cœlentères, et dans une situation analogue, des cellules aussi peu différenciées et qui néanmoins sont considérées comme nerveuses. Enfin les Vertébrés nous offriraient, soit pendant l'évolution embryonnaire de leurs centres nerveux, soit chez les individus adultes, des cellules nerveuses réduites aussi à des grains nucléaires entourés d'une faible écorce de protoplasma. Je citerai à ce sujet les cellules nerveuses bipolaires de la rétine et les éléments de la couche nucléaire du cervelet comme me paraissant semblables à ceux que je viens de décrire. Quoi qu'il en soit, ces petits groupes cellulaires se comportent comme tout autant de ganglions; on voit les pieds des cellules épithéliales y pénétrer et s'y perdre et les fibrilles nerveuses en sortir pour se continuer ensuite avec les éléments constitutifs du filet nerveux.

» Je n'insisterai pas sur la structure du nerf, elle n'offre aucune particularité intéressante; mais il est une observation qui se présentera à l'esprit de bien des anatomistes et à laquelle je me permettrai de répondre. En lisant la description précédente, on pourrait croire que j'admets que tous les éléments de l'épiderme sont susceptibles de percevoir et de transmettre des impressions sensitives et que toutes les cellules de la zone sous-jacente sont nerveuses; en un mot, l'antenne serait ainsi un simple prolongement du cerveau. Je crois que si l'on considère le côté purement anatomique de la question, et c'est là le seul que je puisse envisager, on doit admettre que les bâtonnets et les faisceaux fibrillaires de la couche épithéliale sont plus spécialement sensitifs, les autres éléments jouant le rôle de cellules de protection et de soutien; malheureusement une distinction semblable est difficile à établir parmi les cellules de la couche sous-jacente; je ne crois pas, en effet, que les caractères des éléments vraiment nerveux et de ceux qui jouent le rôle de substance, de soutien ou névroglie, déjà si mal établis chez les Vertébrés, soient plus nets chez les Vers; aussi n'est-il pas douteux pour moi que les éléments constitutifs des antennes doivent être en grande partie assimilables plutôt à des cellules et à des fibres névrogliques qu'à des cellules et à des fibres nerveuses. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les effets de la pollinisation chez les Orchidées.* Note de M. Léon Guignard, présentée par M. Van Tieghem.

« Chez la plupart des Phanérogames angiospermes, au moment où le grain de pollen tombe et germe sur le stigmate de la fleur, et souvent même bien avant, l'ovule est apte à être fécondé. On a remarqué pourtant qu'il n'en est pas ainsi chez les Orchidées, où l'ovule n'a pas atteint son entier développement, même vers la fin de la floraison, et où, par conséquent, la fécondation doit être plus tardive. Mais le temps nécessaire à ce développement et l'intervalle qui sépare la pollinisation de la fécondation sont encore fort peu connus, surtout chez les Orchidées exotiques. L'exposé de quelques-unes de mes expériences pourra fournir sur ce sujet des données exactes et intéressantes à divers points de vue.

» Dans le *Vanilla aromatica*, l'ovaire de la fleur épanouie mesure en moyenne 4^{cm} de long sur 5^{mm} de diamètre; sa cavité a une largeur de 2^{mm}; les placentas montrent à peine les mamelons qui se développeront en ovules.

» On pollinise un certain nombre de fleurs (ce qui doit avoir lieu le jour même ou le lendemain de l'épanouissement). Le pollen germe au bout de quelques heures, et, dès le lendemain, le gynostème et l'ovaire offrent déjà des marques très sensibles de l'influence de la pollinisation. Huit jours après, l'ovaire a une longueur de 9^{cm} et un diamètre moyen de 1^{cm}. Le nucelle ovulaire est formé; le tégument interne apparaît à sa base sous forme de bourrelet annulaire. Les tubes polliniques, qui constituent six faisceaux disposés deux à deux contre la paroi ovarienne, de chaque côté des trois placentas, descendent jusque vers le milieu de la cavité. Un mois après, l'ovaire mesure 15^{cm} de long sur $1^{cm}\frac{1}{3}$ de diamètre extérieur. Dans la plupart des ovules, le sac embryonnaire a formé son appareil sexuel. Les tubes polliniques ont atteint la base de l'ovaire; en se détachant de distance en distance de la paroi, ils commencent à ramper à la surface des placentas. *Un mois et demi après la pollinisation,* parfois un peu plus tôt, la fécondation a lieu. Dès lors, l'ovule a atteint son développement complet; le petit embryon qu'il renferme remplira simplement la cavité du sac embryonnaire, et la graine mûre ne sera pas plus volumineuse que l'ovule au moment de la fécondation.

» Le 2 décembre de l'an dernier, on pollinise des fleurs de *Vanda tricolor pallens.* A cette date, l'ovaire des fleurs, épanouies depuis près d'un mois, a 5^{cm} de long et $0^{cm},5$ de diamètre; mais la cavité ovarienne n'est formée que dans la partie supérieure, sur une longueur d'un peu plus de 1^{cm}; les placentas existent seuls, sans indices de mamelons ovulaires. Le 15 avril suivant, l'ovaire a atteint une longueur de 7^{cm} et un diamètre extérieur moyen de $1^{cm},7$, celui de la cavité ovarienne étant de $1^{cm},2$. Dans l'ovule, le nucelle montre la cellule mère primordiale du sac embryonnaire encore indivise. Les six faisceaux de tubes polliniques, en nombre très considérable, qui

suivent le tissu conducteur formé par des cellules épidermiques internes modifiées, ont atteint la base de la cavité ovarienne. Le 10 mai, le sac embryonnaire a formé son appareil sexuel dans une grande partie des ovules. Avant la fin du mois, les tubes polliniques, s'isolant partiellement les uns des autres dans chaque faisceau et se contournant en tous sens à la surface des funicules, pénètrent dans tous les ovules jusqu'à l'oosphère. Dans le cas actuel, la fécondation n'a donc eu lieu qu'environ *six mois après la pollinisation*. Remarquons aussi que, au moment où elle se produit, l'ovule du *Vanda,* comme celui de la Vanille, a atteint un volume que la graine ne dépassera pas, et qu'il offre déjà extérieurement la même structure et la même sclérification de l'assise épidermique.

» Dans certaines espèces de *Vanda,* la fécondation est encore plus tardive. Ainsi, l'ovaire des fleurs du *V. suavis Rollissoni,* pollinisé le 4 novembre et présentant alors les mêmes dimensions que dans l'exemple précédent, avait atteint le 15 juin suivant une longueur de 10^{cm}, avec un diamètre de 1^{cm} pour la cavité ovarienne; et pourtant les ovules étaient encore réduits à de courts mamelons! Les faisceaux polliniques étaient relativement énormes, puisque chacun d'eux avait près de 2^{mm} de diamètre. On voit par là combien était considérable le nombre des tubes polliniques qui les formaient. A en juger par analogie, la fécondation ne doit avoir lieu, dans le cas actuel, qu'environ *dix mois après la pollinisation.*

» Les résultats fournis par d'autres *Vanda*, par des *Saccolabium, Cattleya, Angræcum,* etc., se rapprochent assez de ceux que j'ai indiqués pour le *Vanda tricolor*. La fécondation est plus prompte dans les *Phajus, Calanthe, Cypripedium,* etc. Il y a d'ailleurs des variations de genre à genre et d'espèce à espèce.

» On pourrait objecter que, s'il existe un pareil intervalle entre la pollinisation et la fécondation des Orchidées exotiques, la cause en est aux conditions en partie anomales où elles végètent dans nos serres. Mais d'abord, les variations signalées sont telles qu'on ne saurait les attribuer uniquement à l'absence des conditions naturelles; en outre, sans nier son influence incontestable, je citerai un fait qui enlève à cette objection une grande partie de sa valeur. De nombreux pieds de *Lœlia citrina,* venus en caisse du Mexique, portaient des ovaires de dimensions variables, parmi lesquels plusieurs mesuraient 6^{cm} à 7^{cm} de long sur 1^{cm} à 2^{cm} de diamètre dans la partie médiane. Or, je constatai à leur arrivée que, malgré cet accroissement, qui avait dû exiger certainement plus d'un mois de végétation dans le pays natal, les ovules étaient encore réduits à l'état de mamelons; les tubes polliniques formaient des faisceaux qui remplissaient presque toute la cavité ovarienne.

» Il ressort de ces faits que la germination du pollen produit d'abord dans le gynostème et ensuite dans les parois de l'ovaire, au fur et à mesure

que les tubes polliniques se forment et s'allongent, un accroissement en général très rapide, qui n'a pas lieu en l'absence de pollinisation, ce qui provoque le développement des ovules. Cette stimulation se manifeste parfois avec une évidence toute particulière. Ainsi, j'ai constaté que, dans un ovaire de Vanille où les tubes polliniques n'avaient formé par extraordinaire que deux faisceaux collatéraux, l'épaississement de la paroi ovarienne était plus marqué dans leur voisinage et qu'il avait eu pour conséquence une forte incurvation de l'ovaire.

» En ce qui concerne la végétation du pollen, dont plusieurs conditions ont été précisées, à un point de vue général, par M. Van Tieghem, le premier, et récemment encore par M. Strasburger, on voit que le tube pollinique pénètre et végète dans l'ovaire, comme le thalle de nombre de Champignons entophytes dans leur plante nourricière, et sous l'influence des mêmes causes immédiates, en provoquant, comme plusieurs de ceux-ci, une activité végétative particulière de l'organe envahi. Grâce aux ferments qu'ils contiennent, les tubes polliniques ont le pouvoir de saccharifier l'amidon des tissus et même de dissoudre la cellulose, comme le prouvent les anastomoses avec fusion que j'ai observées parfois entre eux, dans le cas actuel, et leur pénétration dans les cellules du stigmate, chez d'autres plantes.

» On a vu plus haut que la graine mûre n'est pas sensiblement plus grosse que l'ovule quelque temps avant la fécondation et qu'elle présente les mêmes caractères extérieurs. De même, le fruit mûr, à part un changement de teinte souvent peu appréciable, n'est pas plus volumineux que l'ovaire à cette même période. Il en est résulté que, trompé par les apparences, on a souvent cru semer des graines d'Orchidées en bon état, alors qu'on n'avait affaire qu'à des ovules stériles, ce qui explique, en partie, les discussions sans nombre qui se sont élevées, sur la germination des graines d'Orchidées, parmi les horticulteurs, et l'insuccès si fréquent de leurs efforts. »

GÉOLOGIE. — *Sur les schistes et gneiss amphiboliques et sur les calcaires du sud de l'Andalousie.* Note de MM. **Ch. Barrois** et **Alb. Offret**, présentée par M. Fouqué.

« Les *amphibolites* présentent plusieurs variétés. Le terrain *cambrien* contient des lits de schistes actinolitiques à fer oxydulé, zircon, sphène,

rutile, tourmaline, actinote, épidote, feldspath plagioclase et quartz; ils alternent avec des quartzites épidotifères et des calcaires quartzeux épidotifères. Des *amphibolites à glaucophane* (Lanjaron, ramblas d'Orgiva et de Talara) méritent une mention spéciale; elles contiennent : glaucophane, épidote, rutile, sphène, fer oxydulé, mica blanc, quartz, chlorite, auxquels viennent se joindre en quantités faibles, variables, feldspath plagioclase, actinote verte, grenat. La glaucophane, très polychroïque, présente les couleurs suivantes : n_p jaune verdâtre pâle, n_m vert bleuâtre, n_g bleu d'azur; elle se distingue donc des types de l'île de Groix par sa teinte vert bleuâtre suivant n_m, au lieu de violet bleuâtre. L'analyse quantitative que nous en avons faite porte également à la considérer comme un mélange de hornblende ordinaire et de glaucophane.

Analyse de la glaucophane de Lanjaron.

Silice	47,42
Alumine	8,42
Oxyde ferreux	9,68
Magnésie	15,28
Chaux	12,95
Soude	2,97
Perte au rouge	4,16
	100,88

» Des *éclogites*, composées de grenat, d'amphibole verte non dichroïque, de pyroxène en grains irréguliers, avec épidote, chlorite, sphène, zircon, rutile, quartz, mica blanc, sont répandues dans la vallée du rio Genil à l'état de galets dans les alluvions et le miocène.

» Des *gneiss amphiboliques* (Jatar) sont les plus anciens représentants de cette série; ils contiennent : hornblende, pyroxène, fer oxydulé, fer titané, sphène, rutile, labrador, quartz, et comme minéraux accessoires : mica noir, épidote; ils admettent parfois, en outre, dans leur composition, staurotide, disthène, minéraux habituels des schistes métamorphiques.

» Les *calcaires* des différents niveaux présentent entre eux des différences importantes.

» Les calcaires *triasiques* seuls laissent parfois reconnaître les fragments de coquilles, de crinoïdes, aux dépens desquels ils sont formés; ils sont souvent dolomitiques, mais la proportion de la magnésie n'est jamais bien élevée dans les Alpujarras, 0 à 9 pour 100 d'après nos analyses; elle monte jusqu'à 45 pour 100 dans les calcaires métallifères de la sierra de Gador.

» Les calcaires dolomitiques *cambriens* et *primitifs* ont une composition plus variée; nous y avons observé un certain nombre de minéraux métamorphiques : pyrite, fer oxydulé, fer titané, rutile, sphène, idocrase, trémolite, actinote, diallage, épidote, mica blanc, mica noir, anorthite, quartz. Nous n'y avons pas retrouvé la pargasite, ni la chondrodite, reconnues par MM. Michel Lévy et Bergeron dans la serrania de Ronda; le diallage que l'on trouve dans ce calcaire, au sud de Jatar, est l'un des minéraux les plus intéressants. Ce diallage est en gros cristaux informes, ayant jusqu'à 1^{cm} de longueur. Nous avons pu le séparer du calcaire et en faire diverses préparations microscopiques qui nous ont permis d'en déterminer les principales propriétés cristallographiques et optiques.

» Douze analyses de ces calcaires primitifs nous ont donné des proportions de magnésie variant de 0 à 42 pour 100. Ces analyses montrent la composition très variable des calcaires et dolomies andalouses; la dolomitisation de ces calcaires ne paraît pas ici en relation avec leur âge, mais plus probablement avec le voisinage des cheminées métallifères. La teneur moyenne en magnésie des calcaires primitifs de la sierra Tejeda est intermédiaire entre celle des calcaires triasiques des Alpujarras et ceux de la sierra de Gador, si l'on peut se baser sur un nombre restreint d'analyses.

» Le *gypse* des Alpujarras est disposé en couches lenticulaires, vers la partie supérieure du cambrien, où des bancs calcaires alternent avec des lits schisteux, et toujours en dessous de la grande masse des calcaires triasiques. Le principal intérêt de ce gypse, au point de vue théorique, est le grand nombre de minéraux étrangers qu'il renferme, et qui se classent naturellement en deux séries distinctes : les uns sont identiques aux minéraux qui constituent les roches encaissantes, schistes et calcaires (dolomie, fer oxydulé, pyrite, mica blanc, chloritoïde, rutile, éclats de schiste); les autres sont inconnus dans les roches encaissantes (soufre, fluorine, quartz en longs prismes hexagonaux terminés). Ces derniers minéraux montrent que des émanations sulfureuses ont nécessairement dû se faire sentir sur le calcaire, et les minéraux clastiques que l'on retrouve dans le gypse ainsi formé proviennent du calcaire même, ou des salbandes schisteuses, où ils ont été arrachés par le gonflement du gypse, lors de sa formation. »

PHOTOGRAPHIE. — *Nouvelles expériences de photographie en ballon; ascension de MM. A. et G. Tissandier et P. Nadar.* Note de M. G. **Tissandier**, présentée par M. Mascart.

« Nous avons fait connaître, l'an dernier, les résultats que nous avons obtenus avec le concours de M. J. Ducom au sujet de photographies de la surface de la Terre, prises de la nacelle d'un ballon, le 19 juin 1885. Nous avons présenté, notamment, à l'Académie l'épreuve d'un cliché impressionné à 600^m au-dessus de l'île Saint-Louis, à Paris. Cette épreuve, d'une netteté qui ne laissait rien à désirer, ne donnait toutefois qu'une vue planimétrique, plus facile à obtenir que des vues en perspective offrant une surface de terrain beaucoup plus grande.

» Depuis cette époque, plusieurs autres opérateurs ont renouvelé ces essais de photographie en ballon. Nous mentionnerons tout spécialement les expériences exécutées lors d'une ascension qui eut lieu des ateliers de Chalais-Meudon, le 18 juillet de la même année. Le ballon était monté par MM. les capitaines du Génie Ch. et P. Renard et Georget, ce dernier chargé des opérations photographiques. MM. Renard ont exposé à la Société de Physique l'une des photographies obtenues lorsque l'aérostat planait à 720^m au-dessus de l'École Polytechnique, à Paris. La vue en perspective est très remarquable; elle s'étend depuis le Panthéon jusqu'au delà du Sénat et du jardin du Luxembourg.

» Désireux de contribuer à la continuation de ces intéressants essais, mon frère et moi nous avons récemment offert une place dans notre nacelle à un praticien d'une habileté bien connue, M. P. Nadar, dont le père a fait les premières expériences de photographie en ballon, il y a plus de vingt-huit ans.

» L'ascension a eu lieu de notre atelier de Paris-Auteuil, le 2 juillet 1886, à $1^h 20^m$. La descente a été opérée à $7^h 10^m$ du soir à Segrie (Sarthe), après un parcours de 180^{km} environ. L'altitude n'a pas dépassé 1700^m.

» Pendant ce voyage de presque six heures de durée, M. P. Nadar n'a pas exécuté moins de trente photographies instantanées. Parmi celles-ci, il y en a une douzaine environ qui constituent incontestablement la plus belle série d'épreuves qui aient été faites jusqu'ici en ballon. Nous citerons les plus remarquables d'entre elles :

» Deux vues de Versailles, montrant en plan le château et une partie des jardins; 800^m d'altitude.

» Une vue de Sèvres au delà de la manufacture de porcelaine; 600^m d'altitude.

» Une vue prise en face de l'étang de Trappes; 1147^m d'altitude.

» Une vue d'un quartier de la ville de Bellême (Orne); 900^m d'altitude.

» Plusieurs vues perspectives de la petite ville de Saint-Remy (Sarthe) et des environs. Ces dernières vues, dont quelques-unes ont été prises à 1200^m d'altitude, représentent une surface considérable et n'en sont pas moins très nettes dans tous leurs détails.

» Dans une seconde ascension, exécutée la semaine suivante, M. P. Nadar a encore obtenu trois bonnes vues des bords de la Marne et de Champigny.

» Toutes les glaces au gélatinobromure d'argent ont été impressionnées à l'aide d'un obturateur donnant un temps de pose de $\frac{1}{250}$ de seconde, mesuré exactement au moyen d'un ingénieux appareil que M. Nadar a fait construire à MM. Richard, d'après les indications de M. le professeur Marey.

» Nous ajouterons que M. P. Nadar a soumis ses clichés à des agrandissements obtenus avec le nouveau papier Eastman, dont les épreuves offrent un aspect des plus remarquables. Par la finesse de leurs détails et l'exactitude de leur ensemble, ces magnifiques tableaux, dont nous avons l'honneur de présenter la série à l'Académie, font comprendre toutes les ressources que la Science doit pouvoir emprunter à la photographie en ballon. Ils démontrent, en outre, que la perfection des opérations aériennes ne laisse plus de doute aujourd'hui. »

M. **Aug. Coret** adresse une Note relative à un « gyroscope équatorial », pouvant servir à démontrer, sous les tropiques, le mouvement de rotation de la Terre.

La séance est levée à 4 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 juillet 1886.

(suite.)

Una nuova specie di asparagina, di A. Piutti. Firenze, tipogr. della Pia casa di patronato pei Minorenni, 1886; br. in-8°. (Présentée par M. Pasteur.)

Anales del Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando; seccion 2ª : *Observaciones meteorologicas,* año 1885. San Fernando, 1886; in-4°.

Ueber die Darstellung der Farbstoffe sowie über deren gleichzeitige Bildung und Fixation auf den Fasern mit Hilfe der Elektrolyse; von F. Goppelsroeder. Reichenberg, G. Stiepel, 1885; in-8° relié.

Carte géologique du Turkestan russe, dressée en 1881 *par les ingénieurs des Mines* G. Romanovski et J. Mouchketow; édition 1885, échelle $\frac{1}{1260000}$. St-Pétersbourg, 1886; in-f°.

ERRATA.

(Séance du 5 juillet 1886.)

Page 10, lignes 21 et 22, *supprimer les mots* et des résultats presque identiques entre eux furent donnés.

Page 19, ligne 5, après la parenthèse, *lisez* dans un plan infiniment voisin du plan tangent.

Même page, ligne 3 en remontant, *supprimer les quatre mots entre parenthèses.*

(Séance du 12 juillet 1886.)

Page 109, ligne 9, *au lieu de* du, *lisez* de.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 JUILLET 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur le dosage de l'ammoniaque;* par M. **Th. Schlœsing.**

« La magnésie calcinée est constamment employée dans les laboratoires agricoles pour déplacer l'ammoniaque de ses combinaisons salines et en permettre l'extraction par distillation et le dosage par liqueurs titrées. Son usage a été spécialement recommandé par M. Boussingault, après des études minutieuses, dans le cas du dosage de l'ammoniaque en présence de substances organiques azotées (*Agronomie*, t. III, p. 206), et les recommandations du maître ont été reproduites dans des Traités fort importants de Chimie appliquée à l'Agriculture (Traité de M. Peligot, p. 294, Analyse du sulfate d'ammoniaque; Traité de M. Grandeau, p. 256 et 326).

» Si la magnésie ne permettait pas d'extraire la totalité de l'ammoniaque des sels magnésiens en dissolution, ainsi que MM. Berthelot et André viennent de l'annoncer, il se trouverait que des milliers de trans-

actions commerciales ont été et sont encore réglées par des essais entachés d'erreur; il faudrait admettre que les auteurs que je viens de citer ont adopté, pour doser un corps des plus importants en matière agricole, un procédé tout à fait insuffisant; enfin, des travaux scientifiques comme ceux de M. Boussingault sur l'ammoniaque contenue dans diverses substances organiques, ainsi que les résultats obtenus dans mes recherches sur l'ammoniaque atmosphérique, se trouveraient gravement atteints.

» Ce n'est pas sans l'avoir vérifié avec le plus grand soin que j'ai eu recours, pour doser l'ammoniaque, au procédé fondé sur la distillation en présence de magnésie. Cependant, devant l'autorité des savants qui en contestent maintenant le principe, j'ai cru devoir le soumettre à de nouvelles épreuves. M. Berthelot ayant bien voulu me résumer verbalement, dans la dernière séance, la Note qu'il venait de présenter, j'ai pu répéter ces jours derniers des expériences bien des fois exécutées par moi et par d'autres. Malgré la répugnance que j'éprouve à contredire mon éminent Confrère, je ne puis pas, étant donnée l'importance de la question, ne pas faire connaître mes nouveaux résultats.

Chlorhydrate d'ammoniaque.

» J'ai dissous $7^{gr},213$ de chlorhydrate d'ammoniaque pur dans 1^{lit} d'eau; 10^{cc} de cette dissolution contenaient donc $72^{mgr},13$ de chlorhydrate, soit $22^{mgr},92$ d'ammoniaque.

» 1. 10^{cc} de la dissolution de chlorhydrate sont versés dans 500^{cc} d'eau pure exempte d'ammoniaque; on ajoute 2^{gr} de magnésie provenant de la calcination du carbonate commercial; la distillation est faite dans mon appareil à serpentin renversé; elle dure quarante minutes.

» Le titre de l'acide employé correspond exactement à 20^{mgr} de AzH^3 pour 10^{cc} :

Ammoniaque trouvée..... $22^{mgr},910$ Théorie..... $22^{mgr},92$

» 2. La magnésie employée dans l'expérience 1 pouvait contenir du carbonate de soude et de la chaux caustique. On en prépare d'autre, qu'on lave avec soin à l'eau bouillante.

» L'expérience 1 est recommencée avec cette magnésie :

Ammoniaque trouvée..... $23^{mgr},01$ Théorie..... $22^{mgr},92$

» 3. On emploie 30^{cc} de la dissolution de chlorhydrate, soit $216^{mgr},39$ de chlorhydrate contenant $68^{mgr},75$ d'ammoniaque, 3^{gr} de magnésie lavée.

» La distillation dure quarante minutes :

Ammoniaque trouvée..... $68^{mgr},66$ Théorie..... $68^{mgr},75$

» 4. Au lieu de magnésie, on emploie simplement du carbonate de chaux pur pré-

paré par le procédé de H. Sainte-Claire Deville (pour montrer que l'extraction de l'ammoniaque des matières contenant du calcaire disséminé, comme la terre végétale, peut être réalisée sans addition aucune d'alcali).

» Liqueur ammoniacale 10^{cc}, contenant $22^{mgr},92$ ammoniaque. L'ébullition dure quarante-cinq minutes :

Ammoniaque trouvée..... $22^{mgr},96$ Théorie..... $22^{mgr},92$

» 5. Un grand excès de chlorure de magnésium retarde le dégagement de l'ammoniaque; la distillation s'en trouve prolongée, mais l'exactitude du dosage n'en souffre pas : c'est ce que montre l'expérience suivante.

» On emploie 10^{cc} de liqueur ammoniacale $= 22^{mgr},92$ ammoniaque, 500^{cc} eau pure; on ajoute 60^{cc} acide chlorhydrique pur, contenant 21^{gr} de HCl réel. Le mélange est additionné de magnésie, jusqu'à ce que le liquide demeure blanchâtre. La distillation de l'ammoniaque va donc s'accomplir en présence de $27^{gr},5$ de chlorure de magnésium :

	Ammoniaque recueillie.	Théorie.
	mgr	
Après 50 minutes.............	22,28	
Après 25 autres minutes.......	0,54	
$1^h 15^m$	22,82	$22^{mgr},92$

» 6. Le retard observé dans l'expérience 5 se montre, comme on pouvait le prévoir, lorsque la quantité d'ammoniaque est très petite. En effet, on répète l'expérience 5 dans les mêmes conditions; seulement, on n'a introduit dans le liquide que 1^{cc} de la dissolution ammoniacale, soit $2^{mgr},292$.

» Après une heure d'ébullition : ammoniaque recueillie $2^{mgr},22$, au lieu de $2^{mgr},292$.

» 7. Le chlorure de calcium retarde aussi le dégagement de l'ammoniaque, mais beaucoup moins que le chlorure de magnésium :

» Dissolution de chlorhydrate 10^{cc}, soit $22^{mgr},92$ AzH^3; 500^{cc} eau pure; 60^{cc} acide chlorhydrique pur, qu'on neutralise par un lait de chaux exempt d'ammoniaque; après la neutralisation, on ajoute assez d'acide chlorhydrique pour rendre le liquide franchement acide; on ajoute enfin un excès de magnésie : de la sorte, on est certain qu'il n'y a pas de chaux caustique dans le liquide.

» La distillation dure cinquante-cinq minutes :

Ammoniaque recueillie.... $23^{mgr},04$ Théorie...... $22^{mgr},92$

Phosphate ammoniaco-magnésien.

» M. Boussingault a montré depuis longtemps (Mémoire sur le dosage de l'ammoniaque dans les urines) que le phosphate ammoniaco-magnésien à l'état solide, en poudre, n'abandonne pas intégralement son ammoniaque, sous l'action de la chaux, dans un liquide bouillant; mais il a fait voir que le déplacement de l'ammoniaque est complet quand la chaux a été versée sur une *dissolution* du phosphate : je puis dire que la magnésie agit avec la même efficacité, dans ce dernier cas.

» $1^{gr},9805$ de phosphate ammoniaco-magnésien me donne $0^{gr},9048$ de pyrophosphate

de magnésie, soit 45,69 pour 100, d'où je déduis que ce phosphate contiendrait 6,936 pour 100 d'ammoniaque, s'il possédait sa constitution théorique; en réalité, il en contient un peu moins, comme il arrive presque toujours.

» 8. Phosphate ammoniaco-magnésien $250^{mgr},8$.

» On dissout dans 10^{cc} acide chlorhydrique pur; ajouté 500^{cc} eau pure et du lait de chaux; cinquante minutes de distillation :

» Ammoniaque recueillie $17^{mgr},10$, soit 6,818 pour 100 du sel.

» 9. Phosphate ammoniaco-magnésien 360^{mgr}.

» On dissout dans 20^{cc} acide chlorhydrique pur; ajouté 500^{cc} eau pure, et de la magnésie environ 2^{gr}). Cinquante minutes de distillation :

Ammoniaque recueillie $24^{mgr},54$, soit 6,817 pour 100 du sel.

» Dans toutes ces expériences, que chacun peut reproduire pour former sa conviction, il faut ne pas oublier une observation essentielle de M. Boussingault, au sujet de la présence de l'acide carbonique. Cet acide n'est pas retenu par la magnésie comme par les alcalis et la chaux caustiques : il en passe à la distillation qui se condense avec l'ammoniaque dans l'acide titré. On ne peut donc pas procéder à la neutralisation de la liqueur recueillie, immédiatement après la distillation : il faut en chasser d'abord l'acide carbonique, et pour cela il suffit de la porter à l'ébullition pendant une minute; on ne perd pas une trace d'ammoniaque, si l'acide titré y est en excès. On effectue la neutralisation finale après refroidissement du liquide. »

GÉOLOGIE. — *Observations sur les groupes sédimentaires les plus anciens du nord-ouest de la France;* par M. **Hébert**.

« Les couches sédimentaires les plus anciennes du nord-ouest de la France sont les phyllades de Saint-Lô et les conglomérats pourprés de Bretagne et de Normandie. Les observateurs qui ont étudié cette région sont peu d'accord dans leurs conclusions sur les rapports stratigraphiques de ces assises, aussi bien que sur l'âge des roches éruptives qui les traversent. Ces données ayant une grande importance, je me suis attaché depuis plusieurs années à contrôler les faits cités jusqu'à présent.

» Je demande à l'Académie la permission de lui exposer le résumé de mon travail, lequel toutefois n'embrasse que la partie septentrionale de la Bretagne et de la Normandie; je n'ai point d'ailleurs la prétention d'avoir épuisé le sujet.

I. — Phyllades de Saint-Lô. Age du granite.

» Ce premier groupe sédimentaire, tout à fait distinct de celui des *schistes cristallins primitifs* (gneiss, micaschistes, etc.), est trop connu dans ses caractères pour que j'aie besoin de le décrire.

» Les phyllades forment le sol fondamental de tout le département de la Manche; ils s'étendent beaucoup au delà à l'est, dans le Calvados, où la vallée de la Laize en donne une bonne coupe, et à l'ouest, dans la Bretagne. Partout on les reconnaît aisément, et presque partout ils se présentent verticaux ou affectés d'une forte inclinaison.

» Leur direction sensiblement constante E. 20° à 25° N., leur mode habituel de division en dalles épaisses parallélépipédiques, leur remarquable homogénéité, l'absence presque absolue de toutes traces organiques, tous ces caractères permettent de suivre ces phyllades depuis Saint-Lô, où a été choisi le type de ce groupe, jusqu'à la Manche, notamment à Coutances, Granville, Carolles, Avranches, Pontorson, etc. La Carte géologique du département de la Manche par MM. Vieillard, Potier et de Lapparent, donne une idée très exacte de cette extension.

» La puissance de ce système de couches est certainement très considérable; il est traversé par de nombreux filons de quartz blanc laiteux, en général parallèles aux strates, mais aussi quelquefois obliques, le plus souvent minces, parfois très épais, comme à Granville.

» Près de Coutances, le quartz, en grande partie blanc, est noir par places; il est vertical, comme les phyllades qui l'enclavent; sa structure reproduit les fines zones du schiste, et ces zones siliceuses deviennent schisteuses dans leur prolongement. La silice a pénétré intimement le schiste tout en en respectant la structure; la partie noire a ordinairement des salbandes noires.

» De Granville à Carolles, les phyllades se montrent avec tous leurs caractères normaux; mais, à Granville même, ils présentent une structure un peu différente. Le schiste homogène et à fine texture exploité à la Roche-Gauthier devient plus grossier et passe à une sorte de grauwacke, bien visible près des bains de Granville.

» Il en est d'ailleurs de même dans beaucoup d'autres points, notamment dans les beaux escarpements de Ham, près de Condé-sur-Vire, non loin de Saint-Lô.

» *Poudingue granitique de Granville.* — Il n'y a point de véritable grès dans la grauwacke de Granville, mais elle renferme un poudingue déjà

signalé, en 1861, par Dalimier, et sur lequel il est nécessaire d'insister. Le caractère de ce poudingue est de renfermer de nombreux blocs roulés d'un granite identique à celui de Chausey; quelques-uns de ces blocs ont de $0^m,30$ à $0^m,40$ de diamètre, et sont peu roulés, ce qui annonce que leur point d'origine était peu éloigné. Leur grand axe est parallèle au plan de stratification des couches.

» Les bancs de poudingues alternent avec une grauwacke grossière; on les suit non seulement sous la haute ville, au nord de la presqu'île, mais aussi au sud, du côté du port, au-dessus et près du bassin de radoub. Ils constituent presque entièrement la pointe de Granville. On les retrouve, au nord-est, sous le cimetière, et c'est là que l'on voit les blocs de granite les plus volumineux. Les couches plongeant au nord-ouest, la falaise de Donville montre des assises qui semblent inférieures au poudingue et qui deviennent de plus en plus phylladiennes. Ces phyllades peuvent être suivis de Donville à l'hôpital, au cours Joinville et à la Roche-Gauthier, où ils deviennent verticaux et parfois inclinés en sens contraire, c'est-à-dire plongeant au sud-est.

» La première conclusion que je déduis de mes observations, résumées ici très brièvement, c'est que les grauwackes et poudingues granitiques de Granville ne sont qu'un accident dans le système des phyllades, dont ils forment partie intégrante. Je ne pense pas qu'on soit autorisé, comme on l'a fait ([1]), à diviser les phyllades de Saint-Lô en deux groupes, l'un inférieur, sans poudingues, et antérieur à l'éruption du granite, l'autre supérieur et postérieur au granite. Le système tout entier des phyllades de Saint-Lô est pour moi postérieur au granite.

» Les phyllades s'étendent d'une manière continue de Granville à Carolles où ils viennent buter contre le granite par suite d'une faille. Ce granite, comme celui des îles Chausey, est le même que celui du poudingue de Granville. Il n'y a ici aucun filon de granite dans les phyllades; au contact, le granite est à l'état d'arène, et le phyllade est décomposé; mais tout près de là, à la roche du Sard (le port du Lude), les phyllades sont pénétrés par des filons tantôt très minces, tantôt épais, de $0^m,25$ ou plus, de *granulite*. La roche éruptive est soudée aux parois du phyllade qu'elle a durci et modifié; elle en remplit les inégalités, en empâte des fragments. Cette granulite traverse le granite qui constitue le plateau de Carolles. Elle affleure en plusieurs points des communes voisines.

([1]) Ch. Barrois, *Société géologique du Nord*, t. XII, p. 154; 1885.

» Il en est de même à Avranches; en face la gare, la carrière du Tertre montre un gros filon de *granulite* traversant les phyllades et les modifiant au contact.

» La constitution du massif granitique d'Avranches est la même que celle du massif de Carolles : au centre, granite ancien, type de Chausey, formant une bande de 2^{km} à 3^{km} de largeur, dirigée de l'ouest à l'est; ce granite décomposé et à l'état d'arène à la surface est enveloppé de phyllades presque verticaux qu'il n'a ni traversés ni modifiés; antérieur à ces phyllades, qui en renferment, à Granville, de nombreux débris roulés, il est traversé, aussi bien que les phyllades, par des filons de granulite ou de pegmatite, qui ont, à leur contact, modifié la roche encaissante. La roche filonienne présente les caractères de la granulite dans les phyllades et de la pegmatite dans le granite. Je pense, sous toutes réserves toutefois, que ces deux variétés proviennent d'une même éruption.

» On a toujours considéré le poudingue de Granville comme la partie supérieure des phyllades et, par suite, comme postérieur à toute la masse sur laquelle il semble reposer. Mais, si cela était, ce poudingue renfermerait nécessairement des fragments de quartz gras, blanc ou noir, arrachés aux nombreux filons interstratifiés dans les phyllades, et dont le plus important est à moins d'un kilomètre de distance. Or ce quartz se trouve en effet très abondant en galets roulés dans d'autres conglomérats (les conglomérats pourprés) qui ont succédé aux phyllades, mais il manque dans le poudingue de Granville. Celui-ci s'est formé dans le voisinage de la côte granitique, dont Chausey est un reste. Les sédiments, d'abord grossiers, sont ensuite devenus exclusivement limoneux, quand les eaux ont dépassé le niveau des écueils granitiques et n'ont pu continuer à les démanteler.

» Granville n'est pas le seul point où ce phénomène se soit produit. J'ai constaté que, à Saint-Brieuc, il y a également un conglomérat granitique dans la partie des phyllades qui avoisine le granite.

» Ainsi, dans toute cette région, le granite est plus ancien que les phyllades de Saint-Lô et ne les a pas traversés.

» Cependant, tous les géologues, même dans les publications les plus récentes, ont cité le vieux château de Vire comme un bel exemple de filon de granite dans les phyllades. J'ai examiné ce point avec la plus grande attention, j'y ai recueilli de nombreux échantillons, et j'ai constaté qu'ici encore les filons sont de *granulite*, et non de granite [1].

---

[1] Pour toutes les déterminations de roches citées dans ce travail, j'ai eu la précieuse collaboration de MM. Michel Lévy et Munier-Chalmas.

» Malgré de minutieuses recherches dans les environs de Mortain, il m'a été impossible de reconnaître les filons de granite traversant les phyllades que M. de Lapparent a signalés. Je reste donc convaincu que *jusqu'ici* on ne connaît aucun filon de vrai granite dans les phyllades de Saint-Lô.

» *Formation des schistes maclifères.* — On s'est appuyé, pour établir la postériorité du granite aux phyllades, sur ce que ceux-ci forment autour du granite une zone plus ou moins métamorphique, où le schiste est abondamment pénétré de mica, de chiastolite ou *macle,* d'où le nom de *schistes maclifères;* on a attribué ces modifications à la sortie du granite. Elles peuvent, en effet, être en relation avec les masses granitiques, sans, pour cela, être contemporaines.

» Toute cette région était formée de granite recouvert, en général, par les phyllades. Elle a été brisée et partagée en bandes dirigées ouest-est, dans lesquelles le schiste, relevé à la verticale, s'est trouvé en contact avec le granite, ramené au jour par des failles, mais depuis longtemps consolidé. Des émissions de substances minérales ont pu venir imprégner les parois de ces fractures et en modifier la nature. Le même phénomène se produit aujourd'hui dans les sources minérales qui traversent les masses cristallines.

» Il faut d'ailleurs remarquer que cette zone de métamorphisme, au contact du granite et des phyllades, est jalonnée par de nombreux filons de granulite, que l'on est certain de rencontrer dans le voisinage des schistes maclifères, traversant tantôt ces schistes, tantôt le granite. La production des schistes maclifères pourrait donc être due aux éruptions granulitiques.

» *Phyllades de Cherbourg.* — Les phyllades de Saint-Lô conservent leur caractère jusqu'aux portes de Cherbourg. Ils sont alors, comme l'on sait, pénétrés de nombreux filons minces de quartz, feuilletés et comme gaufrés; ils deviennent blanchâtres, d'apparence stéatiteuse, de là les noms de *stéaschistes,* de *talcites* qu'ils ont reçus, mais on sait, par M. Daubrée, qu'ils ne renferment pas de talc : ce sont de véritables phyllades modifiés par l'éruption du quartz.

» De Cherbourg au cap de la Hague, les phyllades ont subi des modifications plus profondes. Toute cette région est coupée de filons de granulite; on voit cette roche affleurer sur l'esplanade du fort militaire, à Tonneville, à Gréville, au phare d'Auderville, etc. Souvent ces filons sont compacts et très distincts de la roche encaissante, qui se montre avec ses caractères de phyllade typique entre Auderville et Saint-Germain des Vaux; mais, en général, il y a pénétration intime de la roche phylladienne par la granulite. De minces feuillets schisteux alternent régulièrement avec de très petits filonnets de granulite. La granulite massive passe à la granulite

schisteuse, et celle-ci, à des schistes granulitiques. Toute cette région a été coloriée comme *syénite* dans la carte de Vieillard, conformément à l'opinion de Dufrénoy. Je dois dire que j'ai recueilli plus de trente échantillons de ces roches cristallines, de Cherbourg au cap la Hague : on n'y a trouvé aucune trace d'amphibole.

» Toutes les roches schisteuses des environs de Cherbourg doivent donc leur nature cristalline à des modifications postérieures à leur formation; elles sont le prolongement des phyllades de Saint-Lô et sont exactement de même âge.

» *Bretagne.* — J'ai mentionné plus haut la présence des phyllades de Saint-Lô à Saint-Brieuc, où on les a quelquefois donnés comme gneiss et micaschistes.

» La baie de Douarnenez fournit une très belle coupe de ce groupe, en même temps qu'un contact par faille, à Douarnenez même, entre les phyllades et les schistes cristallins primitifs (gneiss et granite) ou *série cristallophyllienne*.

» Les phyllades typiques, toujours plus ou moins verticaux, se montrent dans le prolongement de leur direction, entre Logronan et Plonévez, à l'est de Douarnenez. Plus à l'est encore, à Gourin, on les retrouve exploités pour dalles. Ils ne paraissent pas exister aux environs de Rennes; les schistes les plus anciens de cette région ne représentent pas les phyllades de Douarnenez ou de Saint-Lô, et les poudingues qu'ils renferment, à Montfort, Bain-Lohéac, Rhétiers, etc., ont été considérés à tort comme représentant le poudingue de Granville. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la station météorologique de l'Aigoual.* Note de M. F. **Perrier.**

« Je suis heureux d'annoncer à l'Académie que la station météorologique de l'Aigoual est en pleine activité. Vers les premiers jours de ce mois, M. Houdaille, de l'École d'Agriculture de Montpellier, s'est transporté au sommet de la montagne et y a installé, à côté même du signal élevé sur l'ancienne borne de Cassini, un abri solidement encastré dans le roc, portant des thermomètres maxima et minima, un psychromètre, un évaporomètre et un hygromètre enregistreur. Dans une cabane voisine, élevée par les soins de l'administration des forêts, on a placé un baromètre normal de Tonnelot, un baromètre enregistreur de Richard et un

anéroïde; à quelque distance de cette cabane, sur une plate-forme, se dressent un grand pluviomètre monté sur pied, une girouette sur mât, un miroir noir pour la direction des nuages, un héliographe de Campbell.

» J'offre à l'Académie trois photographies, prises par M. Houdaille et qui mettent en évidence tous les détails de l'installation.

» Des observations régulières sont déjà commencées sur ce pic, situé à 1567^{m} au-dessus du niveau de la mer.

» Nous possédons ainsi, dès aujourd'hui, deux stations conjuguées : l'une, station de la plaine, située à l'École d'Agriculture de Montpellier; l'autre, station de la montagne, située à l'Aigoual. Ces deux stations, maintenant en plein fonctionnement, sont réciproquement visibles et distantes l'une de l'autre de 70^{km} environ; la station de la plaine est située à quelques kilomètres seulement de la mer; la station de montagne, sur la ligne de partage des deux versants de l'Océan et de la Méditerranée.

» L'Académie apprendra avec satisfaction que la modeste baraque en planches qui abrite aujourd'hui l'observateur de l'Aigoual ne tardera pas à faire place à une construction maçonnée pour laquelle les dépenses sont évaluées à 120000^{fr}; l'adjudication des travaux doit avoir lieu sous peu de jours par les soins du Ministère de l'Agriculture (Direction des forêts). »

M. le Colonel **F. Perrier** offre à l'Académie le Tome XII du « Mémorial du Dépôt de la Guerre », qu'il vient de publier.

Ce Volume contient, dans la première Partie, la description des instruments et appareils employés en France dans les opérations géodésiques relatives à la nouvelle mesure de la méridienne de Paris, ainsi que l'exposé des méthodes d'observation. Il y a lieu de signaler, d'une manière spéciale, la comparaison des observations faites le jour sur des héliotropes et des observations faites la nuit avec des collimateurs du système Mangin, d'où résulte un avantage incontestable pour les observations de nuit, définitivement entrées dans la pratique de la Géodésie. La deuxième Partie comprend toutes les observations faites, de 1871 à 1884, entre Perpignan et Paris, ou autour de Paris, par MM. Perrier, Bassot et Defforges, en soixante-douze stations appartenant à la méridienne de France.

M. **Halphen** fait hommage à l'Académie du tome I de son Ouvrage intitulé : « Traité des fonctions elliptiques et de leurs applications ».

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

AÉROSTATION. — *Sur un projet de machine aérostatique, rédigé par le général* Meusnier, *membre de l'Académie des Sciences.* Note de M. LÉTONNÉ, présentée par M. F. Perrier.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

« L'album que M. le colonel Perrier présente à l'Académie des Sciences est la reproduction photographique d'un atlas qui se trouve actuellement à l'établissement central d'aérostation militaire de Chalais (Meudon). Cet atlas contient seize planches de dessins relatives à un projet de machine aérostatique rédigé par le général Meusnier de l'année 1784 à l'année 1789 et huit Tableaux donnant les coefficients de résistance de diverses substances propres à entrer dans la construction de cette machine.

» Le général Meusnier est un des savants qui se sont occupés avec le plus de persévérance du problème si difficile de la navigation aérienne : les Communications qu'il a faites sur ce sujet à l'Académie des Sciences sont nombreuses et très importantes. Aujourd'hui que la science aérostatique, si longtemps dédaignée, a repris dans les préoccupations du monde scientifique et des gouvernements la place qu'elle n'aurait jamais dû perdre, il est intéressant de voir quels ont été ses véritables créateurs et d'étudier la part qui revient à chacun d'eux dans la somme des progrès réalisés jusqu'à ce jour. Pour ce qui concerne le général Meusnier, cette part est des plus considérables, et l'on peut dire que c'est lui qui a su le premier mettre en lumière les principes de la navigation aérienne.

» Ses idées théoriques sur la question se trouvent exposées dans un Mémoire lu à l'Académie le 13 novembre 1784 et intitulé « *Précis des travaux faits à l'Académie des Sciences pour la perfection des machines aérostatiques.* » Il en a fait l'application rationnelle dans son grand projet de machine aérostatique rédigé à Cherbourg à partir de l'année 1784. Les documents que l'on possède actuellement sur ce sujet se trouvent placés à l'établissement de Chalais et surtout au Ministère de la Guerre (Bibliothèque du Génie). Ce sont les suivants :

» 1° *Précis des travaux faits à l'Académie des Sciences pour la perfection des machines aérostatiques* (ce Mémoire est celui dont il vient d'être question);

» 2° *État du poids des différentes parties d'un aerostat pouvant porter trente hommes pendant soixante jours;*

» 3° *État général des dépenses à faire pour la construction de cette machine;*

» 4° *Calcul de sa stabilité et des moments d'inertie de toutes ses parties;*

» 5°, 6° et 7° *Mémoires analogues aux trois précédents pour une machine susceptible de porter six hommes seulement;*

» 8° *Atlas relatif à la machine destinée à porter trente hommes.*

» Le premier de ces Mémoires a été rédigé en 1784 et il est antérieur aux suivants de près de six années. Il ne contient pour ainsi dire que le thème des études qui furent entreprises dans la suite; mais l'auteur y expose, d'une façon très nette, les principes qui doivent guider les inventeurs, dans leurs recherches sur la navigation aérienne. Ils peuvent se résumer dans les trois propositions suivantes : 1° *Forme allongée donnée à l'aérostat;* 2° *Existence d'une capacité intérieure dite ballonnet dans laquelle on peut insuffler de l'air atmosphérique;* 3° *Emploi de rames tournantes constituant de véritables hélices.* Il est inutile d'insister sur l'importance évidente de ces dispositions fondamentales; il suffira de rappeler qu'elles ont été adoptées, plus ou moins complètement, dans toutes les tentatives aériennes faites en vue de la direction des ballons, et notamment par les officiers de l'Etablissement de Chalais, pour leurs expériences si concluantes des deux dernières années. En présence des résultats aujourd'hui acquis, il convient de ne pas oublier le nom de celui qui a en quelque sorte ouvert la voie et de rappeler que, dès l'année 1784, Meusnier sut déterminer les conditions générales qui pouvaient seules assurer la solution du problème.

» Les autres Mémoires furent rédigés dans les années qui suivirent, lorsque Meusnier, après des expériences sans nombre, fut parvenu à réunir tous les renseignements dont il avait besoin pour l'établissement de son projet. Les dispositions d'ensemble de la machine et même les moindres détails de la construction y sont étudiés très minutieusement et arrêtés dans toutes leurs parties. Les planches de dessins correspondantes et les Tableaux de résistance furent exécutés à la même époque avec le plus grand soin, et facilitent beaucoup l'intelligence du projet.

» Les originaux des Mémoires et des dessins de Meusnier ont malheureusement été perdus après la Révolution, mais il en existe plusieurs copies au Ministère de la Guerre. Une copie de l'atlas se trouve également à l'Etablissement de Chalais : c'est celle qui a été reproduite par la photographie. Elle est parvenue à cette destination après de nombreuses affectations successives, qu'il n'est pas sans intérêt de rappeler brièvement.

» Les papiers du général Meusnier concernant l'aérostation étaient restés à Cherbourg, jusqu'à sa mort survenue devant Mayence, au mois de juin 1793. Monge les y retrouva un peu plus tard, après avoir obtenu du Comité de salut public pleins pouvoirs pour faire les recherches nécessaires, et les déposa aux Archives du Comité, le 7 brumaire an III. Par un décret du 4 pluviôse de cette même année, le Comité décide que ces papiers seront copiés, les copies envoyées à l'Ecole nationale aérostatique de Meudon et les originaux déposés à la Bibliothèque nationale. Mais le 4 thermidor an IV, le Directoire exécutif, considérant que, « l'art aérostatique » étant encore un secret pour bien des peuples, l'intérêt national com- » mande de ne pas déposer actuellement, dans une bibliothèque publique, » les ouvrages dont il s'agit », décide qu'ils seront retirés de la Bibliothèque nationale et placés dans les archives du Directoire : les copies destinées à l'Ecole de Meudon seront envoyées dans le plus bref délai.

» Ces diverses prescriptions ne furent pas rigoureusement observées. Deux copies furent faites au Dépôt des fortifications : l'une d'elles devait rester au Ministère de la Guerre, l'autre fut envoyée à l'école du Génie à Metz, le 26 fructidor an VII, ainsi que différents documents relatifs à l'aérostation. Les originaux furent remis, le 8 brumaire an VIII, à Prieur, ancien représentant du peuple, alors sous-Directeur du Génie à Paris : on ignore ce qu'ils sont devenus depuis cette époque.

» L'Atlas qui était à Metz y resta jusqu'en 1870; il put être sauvé des mains des Prussiens, grâce au dévouement du colonel Goulier, et fut déposé à l'École d'Application de Fontainebleau.

» Lorsque la Commission des communications aériennes eut à s'occuper de la construction d'un matériel aérostatique militaire, elle consulta avec grand soin tous les documents venant de l'École du Génie et y trouva des renseignements fort précieux. Ils furent placés à la suite de ces études au Dépôt des Fortifications, qui se trouva dès lors possesseur des deux copies de l'Atlas de Meusnier. L'une d'elles, celle qui venait de Metz, fut envoyée, en 1884, à l'Établissement de Chalais, où elle se trouve actuellement.

» Les autres documents, et notamment les Mémoires de Meusnier, dont on a donné la liste plus haut, sont restés au Ministère de la Guerre. On ne peut s'empêcher, à ce propos, d'exprimer le regret qu'ils ne soient pas plus connus du public. Les raisons qui ont déterminé, en 1796, le Directoire exécutif à les retirer de la Bibliothèque nationale ont perdu toute

leur valeur, à une époque où l'art de l'aérostation s'est répandu chez presque tous les peuples.

» Il serait même très désirable que ces Ouvrages fussent imprimés et publiés : cette publication serait un hommage précieux rendu à la mémoire d'un savant des plus distingués, et ne pourrait manquer d'apporter, en même temps, un utile concours aux travaux actuels de la science aérostatique. »

M. F. **Perrier**, en présentant à l'Académie la Note de M. *Létonné*, et lui offrant l'Atlas reproduit dans les ateliers du Service géographique, insiste sur ce point essentiel que Meusnier avait déjà trouvé, à partir de 1784, trois des conditions qui paraissent essentielles à la direction des aérostats : la forme allongée du ballon; l'adjonction d'une capacité extérieure, dite *ballonnet*, dans laquelle on peut insuffler de l'air; l'emploi de rames tournantes constituant de véritables hélices.

Le travail de Meusnier était connu de notre regretté confrère, M. Dupuy de Lôme, qui s'en était certainement inspiré. Déposé à la biliothèque de l'Académie, il pourra désormais être consulté plus facilement que dans les bibliothèques militaires qui, seules jusqu'ici, en possédaient deux exemplaires.

M. **Ch. Fiesse** adresse un Mémoire sur la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des aérostats).

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet à l'Académie la deuxième Partie de l'Ouvrage de M. Verbeck sur le Krakataua, avec un album.

M. le **Président** signale à l'Académie une brochure de M. *E. Weyl*, intitulée « Les grandes manœuvres de l'escadre française ».

THERMODYNAMIQUE. — *Sur la pression qui existe dans la section contractée d'une veine gazeuse.* Note de M. HUGONIOT, présentée par M. Sarrau.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* (28 juin 1886), j'ai cherché à montrer que les résultats des expériences exécutées par M. Hirn sur l'écoulement des gaz étaient d'accord avec les lois de l'Hydrodynamique et vérifiaient la formule de Weisbach ou de Zeuner, qui en est la conséquence quand on regarde comme adiabatique la transformation subie par le fluide. Cette Note était le résumé très succinct d'un travail qui doit être publié prochainement, et dans lequel je discute avec soin ces remarquables expériences.

» Les limites qui m'étaient imposées pour la Note précitée m'ont, sans doute, empêché d'être suffisamment clair; car, dans une Communication récente (12 juillet 1886), où M. Hirn a critiqué mes conclusions, il a laissé de côté le point fondamental de ma théorie et a fait porter ses critiques sur des propositions qui sont effectivement inexactes, mais que je n'ai jamais énoncées.

» Ainsi, je n'ai pas employé la formule

$$ms = \frac{H}{\rho V}$$

pour déterminer le coefficient de contraction; je n'ai même pas écrit cette formule qui n'aurait aucun sens avec les notations dont j'ai fait usage. Je me suis borné à étudier comment varie la section ω d'un filet quand on se déplace le long de ce filet au moyen de l'équation

$$\omega = \frac{H}{\rho V}, \tag{1}$$

qui n'est fondée sur aucune hypothèse; elle n'est autre, en effet, que la condition de continuité : or celle-ci subsisterait encore quand même les autres équations de l'Hydrodynamique seraient en défaut.

» Quant à la formule rappelée par M. Hirn,

$$V_x = V_0 \frac{W_x}{W_0} = V_0 \left(\frac{P_0}{P_x}\right)^{\frac{1}{m}},$$

bien loin de la rejeter, je la regarde comme parfaitement exacte, puisque,

d'après mes conclusions, la transformation est presque rigoureusement adiabatique.

» Mes conclusions diffèrent, cependant, tout à fait de celles de M. Hirn, parce que *nous évaluons chacun d'une manière différente la pression p_x dans la section contractée de la veine.*

» Je demande la permission d'insister sur ce point, qui constitue la base de toute la discussion.

» Désignant par p_0 la pression dans le gazomètre, par p_1 la pression dans le récipient, par p_x la pression dans la section contractée de la veine, M. Hirn regarde p_x comme égal à p_1, quel que soit le rapport $\frac{p_1}{p_0}$. Or cette hypothèse est inexacte quand p_1 est inférieur à $0,522p_0$; on a toujours alors

$$p_x = 0,522p_0.$$

C'est ce qu'on peut démontrer rigoureusement pour le cas où les dimensions latérales de la veine sont infiniment petites; le résultat est simplement approximatif pour une veine de dimensions finies.

» La démonstration est très simple et se fait en supposant la transformation adiabatique et en ayant égard à la condition de continuité dont on néglige d'ordinaire de tenir compte. Si, en effet, dans l'équation (1), on fait

$$\rho = \rho_0\left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{1}{m}}, \qquad V^2 = a^2\,\frac{2}{m-1}\left[1-\left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{m-1}{m}}\right],$$

a désignant la vitesse du son $\sqrt{\frac{mp_0}{\rho_0}}$, on trouve

$$\omega^2 = \frac{H^2}{\rho_0^2\,a^2\,\frac{2}{m-1}\left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{2}{m}}\left[1-\left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{m-1}{m}}\right]},$$

formule où la section ω de la veine est exprimée en fonction de la pression p qui existe dans cette section. Le dénominateur est maximum pour

$$p = \left(\frac{2}{m+1}\right)^{\frac{m}{m-1}} p_0 = 0,522p_0,$$

quand on prend $m = 1,41$; donc le minimum de ω a lieu pour $p = 0,522p_0$.

» Je considère maintenant une veine dans laquelle la pression diminue constamment quand on s'éloigne du point où la vitesse est négligeable,

depuis la pression initiale p_0 jusqu'à la pression finale p_1. Si p_1 est plus grand que $0,522 p_0$, la section est constamment décroissante; si, au contraire, p_1 est inférieur à $0,522 p_0$, la section diminue d'abord pour augmenter ensuite, et, dans la section qui présente le maximum de contraction, la pression est $0,522 p_0$, quel que soit p_1.

» Ainsi, quand on suppose que le gaz ne reçoit ni ne perd de chaleur en route (transformation adiabatique), on est aussi forcé d'admettre que la pression dans la section contractée de la veine ne peut jamais devenir inférieure à la moitié de la pression dans le gazomètre.

» J'ai trouvé de cette manière que la vitesse dans la section contractée n'avait jamais, dans les expériences de M. Hirn, surpassé 315^m; mais j'ai eu le soin de faire remarquer que, pour les faibles valeurs de la pression p_1 dans le récipient, la vitesse continuait à croître au delà de la section contractée; seulement les expériences en question ne peuvent rien apprendre sur la manière dont la vitesse varie dans cette dernière partie de la veine, ni, par conséquent, sur la vitesse limite d'écoulement. Toutefois, il est naturel d'admettre que le mouvement est encore régi par la formule de Zeuner tant, du moins, que l'abaissement de température occasionné par la détente est insuffisant pour rendre inapplicables les lois de Mariotte et de Gay-Lussac.

» Mes conclusions sont complètement d'accord avec les idées émises par MM. de Saint-Venant et Wantzel dans un travail, publié en 1839 dans le *Journal de l'École Polytechnique* (1), où ils rapportent une série d'expériences exécutées par eux et tout à fait analogues à celles de M. Hirn. Ils ont constaté, comme lui, que le débit demeurait constant tant que la pression finale p_1 était inférieure à une certaine limite; mais ils ne paraissent pas avoir songé un seul instant à expliquer ce phénomène par une augmentation indéfinie de la vitesse d'écoulement; ils ont admis que la pression dans l'orifice était toujours au moins égale à la moitié de la pression p_0, et qu'elle était indépendante de la pression p_1 quand cette dernière était très faible.

» Ce travail, très remarquable pour une époque où la Thermodynamique était inconnue, présente encore un autre intérêt. On y trouve, en effet, une démonstration rigoureuse de la formule attribuée à Weisbach ou à Zeuner; MM. de Saint-Venant et Wantzel doivent donc être regardés comme les véritables auteurs de cette formule. »

---

(1) *Journal de l'École Polytechnique*, t. XVI.

OPTIQUE. — *Sur la vitesse de la lumière dans le sulfure de carbone.* Note de M. Gouy.

« Je me suis occupé de réaliser les expériences annoncées dans une Note antérieure (¹), relatives à la vitesse de la lumière dans le sulfure de carbone. D'après la théorie exposée sommairement dans cette Note, les mesures faites par la méthode du miroir tournant devaient donner, non pas la *vitesse des ondes* W, égale au rapport de la longueur d'onde λ à la période θ, mais la *vitesse de la lumière* V, égale à la dérivée de $\frac{1}{\theta}$ par rapport à $\frac{1}{\lambda}$, c'est-à-dire la même quantité que les méthodes fondées sur les variations d'intensité.

» Les expériences ont été faites avec un miroir tournant analogue à celui de Foucault, auquel on peut imprimer une vitesse de 800 tours par seconde au moyen de l'air comprimé. Le sulfure de carbone est contenu dans un tube de près de 4^m de longueur, fermé par des glaces et entièrement immergé dans une auge pleine d'eau, fermée par des glaces à ses deux extrémités. Cette eau est animée d'un mouvement rapide de circulation, au moyen d'un agitateur mécanique, et l'appareil est placé dans un sous-sol à température constante, de telle sorte que sa température est parfaitement uniforme et ne varie pas plus de $0°,01$ par heure. Dans ces conditions, le sulfure de carbone donne des images nettes et se comporte comme un milieu bien homogène.

» Le système optique présente avec celui de Foucault une différence importante, en ce que les rayons reviennent non plus exactement sur leur trajet primitif, mais un peu au-dessus, et sont renvoyés à l'oculaire par un miroir métallique au lieu d'une lame de verre à faces parallèles. Cette modification augmente beaucoup l'intensité lumineuse et a permis d'opérer avec des rayons colorés.

» Au moyen de cet appareil, j'ai comparé les déviations données par les rayons rouges et bleus. Il suffit, pour cela, le miroir tournant à grande vitesse, de faire des pointés avec un oculaire à fil micrométrique, en plaçant devant l'œil des milieux colorés convenables. On refait les mêmes

(¹) *Sur la théorie des miroirs tournants* (*Comptes rendus*, 24 août 1885).

pointés, le miroir tournant à petite vitesse, et l'on s'assure que, dans ce dernier cas, les deux pointés coïncident. On a déterminé au préalable, dans les conditions mêmes des mesures, les longueurs d'ondes moyennes des rayons que l'on utilise; ces longueurs d'ondes ont été très voisines de $0^{\mu},62$ et $0^{\mu},49$.

» Plusieurs séries bien concordantes ont montré que la déviation est plus grande pour le bleu que pour le rouge; la différence est d'environ 5″, ce qui correspond sensiblement à $\frac{1}{20}$ de la déviation du rayon rouge. Ce résultat est bien d'accord avec la nouvelle théorie, qui donnerait pour ce rapport 0,053 dans les conditions des expériences. Les anciennes formules, au contraire, donneraient 0,015, c'est-à-dire un nombre près de quatre fois moindre que le résultat expérimental.

» Je m'étais proposé de comparer ensuite les déviations produites par des trajets égaux dans l'air et le sulfure de carbone. Ce travail est devenu moins nécessaire, M. Michelson ayant récemment mesuré la vitesse de la lumière dans le sulfure de carbone et l'eau, en opérant avec la lumière blanche (1). Les résultats de ces mesures sont tout à fait d'accord avec les nouvelles formules et forment, avec les expériences que je viens de décrire, un ensemble de vérifications qui peut paraître satisfaisant (2). »

ÉLECTRICITÉ. — *Construction d'un électromètre absolu, permettant de mesurer des potentiels très élevés.* Note de MM. **E. Bichat** et **R. Blondlot**, présentée par M. Lippmann.

« L'électromètre absolu que nous avons décrit précédemment (3) permet de mesurer avec exactitude des potentiels allant jusqu'à 56 unités électrostatiques C.G.S., ce qui correspond à une distance explosive d'environ 5^{mm}. Si l'on dépasse ce potentiel, il se produit dans le fonctionnement de l'appareil des perturbations provenant de ce que le cylindre mobile, étant suspendu à l'extrémité d'une longue tige, éprouve des attractions latérales par suite desquelles les axes des deux cylindres n'ont plus le parallélisme supposé dans la théorie de l'instrument.

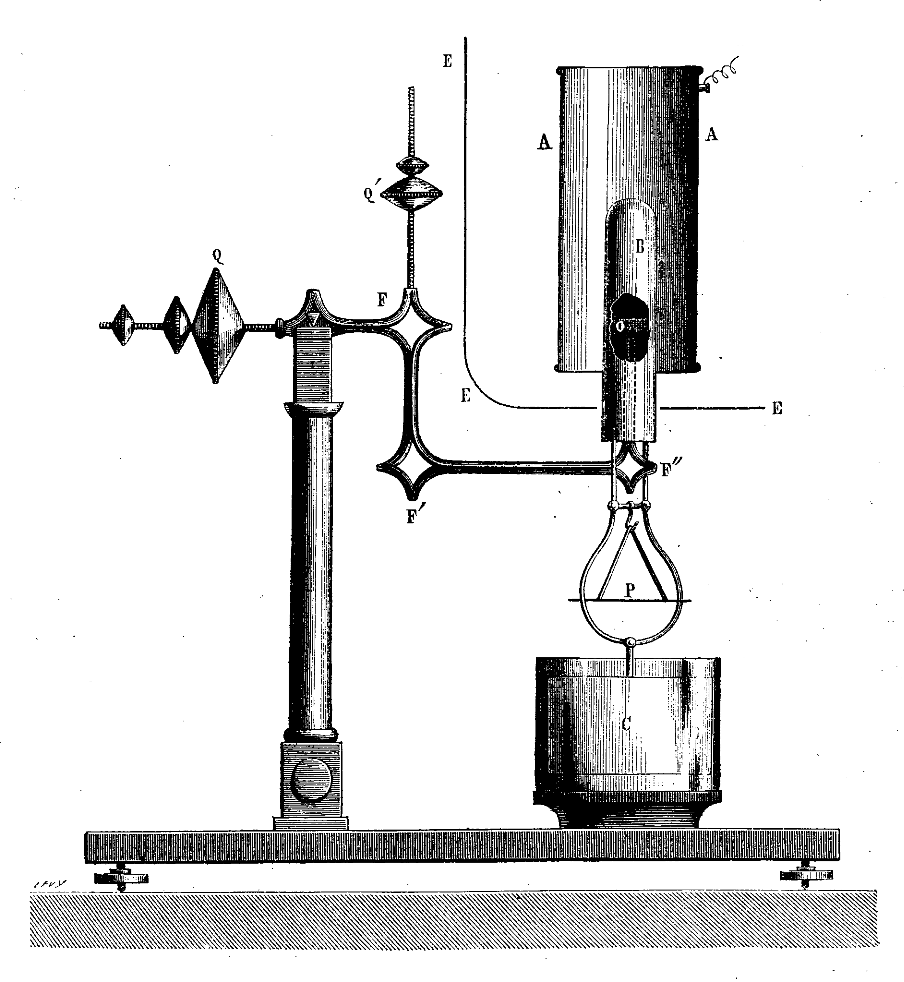
---

(1) *American Journal of Science*, janvier 1886, et *Nature*, 11 mars et 22 avril 1886.

(2) Les détails des expériences, ainsi que des développements sur la théorie, seront publiés prochainement.

(3) Voir *Comptes rendus*, 29 mars 1886.

» Dans le nouveau modèle que nous présentons aujourd'hui, le cylindre mobile B est soutenu vers le milieu de sa longueur. A cet effet, il porte dans son intérieur un couteau présentant une échancrure arrondie, lequel repose sur un autre couteau également échancré, disposé en croix avec le premier, et fixé à l'extrémité du fléau de la balance. Ce fléau est coudé aux



points F, F', F'', de façon que les arêtes des couteaux de suspension du cylindre mobile et du fléau soient sur un même plan horizontal.

» Deux contrepoids Q et Q' permettent d'équilibrer le fléau et de modifier la hauteur de son centre de gravité.

» A sa partie inférieure, le cylindre B porte deux tiges entre lesquelles passe le fléau, et qui se réunissent ensuite pour soutenir un cylindre C

formé d'une enveloppe de papier tendu sur une carcasse métallique. Le cylindre C sert à amortir les oscillations de la balance; à cet effet, il est contenu dans un vase cylindrique d'un diamètre un peu plus grand, muni d'un couvercle percé d'un trou pour laisser passer la tige de suspension.

» Un plateau P suspendu au cylindre B sert à recevoir des poids destinés à mesurer l'attraction exercée par le cylindre A sur le cylindre B.

» Un écran recourbé EEE, percé d'une ouverture, laisse passer le cylindre mobile.

» Les avantages de la nouvelle disposition sont les suivants : le point de suspension du cylindre mobile étant placé dans sa portion moyenne, il en résulte que les moments des attractions latérales, d'une part, sont très faibles et, d'autre part, se compensent partiellement; la perturbation signalée plus haut est ainsi presque annulée. En outre, l'amortisseur C, étant placé très bas et ayant un assez grand poids, tend à maintenir vertical le cylindre mobile.

» On obtient ainsi une stabilité absolue et les mesures peuvent s'étendre jusqu'à des potentiels correspondant à des distances explosives de $2^{cm},5$.

» La formule qui exprime la valeur absolue du carré du potentiel en fonction du poids p^{gr} nécessaire pour équilibrer l'attraction de deux cylindres est, comme pour le premier modèle,

$$V^2 = 4pgL\frac{R}{r},$$

R et r désignant les rayons des deux cylindres et g l'accélération de la pesanteur.

» Un modèle de cet instrument a été construit avec une grande perfection par M. D. Gaiffe, de Nancy, qui a su concilier la légèreté avec une grande solidité.

» Nous l'avons appliqué à la mesure des potentiels correspondant à des distances explosives variant entre 1^{mm} et 22^{mm}, entre deux boules de *un* centimètre de diamètre. Les résultats de ces mesures sont consignés dans le Tableau suivant. En regard de nos nombres, nous avons donné les nombres correspondants que M. Baille a obtenus (¹) au moyen d'un

---

(¹) *Annales de Chimie et de Physique,* 5ᵉ série, t. XXV, p. 531.

électromètre à anneau de garde de Thomson, pour des distances explosives comprises entre 1mm et 10mm :

Distances explosives.	Potentiels en unités électrostatiques. Bichat et Blondlot.	Baille.
	cm	
0,1	16,1	15,25
0,2	27,5	26,82
0,3	38,2	37,32
0,4	47,7	47,62
0,5	56,3	54,66
0,6	64,9	65,23
0,7	71,6	72,28
0,8	77,0	77,61
0,9	81,6	80,13
1,0	84,7	83,05
1,1	88,7	»
1,2	91,3	»
1,3	93,8	»
1,4	95,8	»
1,5	97,8	»
1,6	99,2	»
1,7	100,8	»
1,8	101,8	»
1,9	103,2	»
2,0	104,5	»
2,1	105,4	»
2,2	106,4	»

» Pour la partie commune aux expériences de M. Baille et aux nôtres, les nombres présentent toute la concordance que l'on peut attendre de mesures de cette nature, eu égard à l'altération de la surface des boules de l'excitateur, due à l'étincelle elle-même. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la décomposition lente des chlorures dans leurs dissolutions étendues*. Note de M. G. **Foussereau**, présentée par M. Lippmann.

« Dans une Note récente (1), j'ai présenté les résultats d'une étude sur la décomposition du perchlorure de fer par l'eau, observée au moyen des

(1) Voir *Comptes rendus*, 5 juillet 1886.

variations de la résistance électrique. Les dissolutions très étendues de cette substance sont le siége d'une transformation partielle du chlorure en acide et oxychlorure ou oxyde hydraté. Le coefficient d'altération, ou la quantité de liquide modifié contenue dans l'unité de poids du liquide total, tend vers une limite déterminée dans chaque cas et variable, d'ailleurs, quand on change la température ou la concentration, ou quand on ajoute au liquide de l'acide chlorhydrique libre.

» De nouvelles expériences m'ont conduit à reconnaître que ce phénomène de dédoublement s'étend à une classe probablement nombreuse de chlorures. La mesure de la résistance permet de l'observer et d'en constater la réversibilité, même dans des cas où aucun changement de coloration n'avertit de l'altération des liquides. Mes recherches ont porté sur les composés suivants :

» 1° *Chlorure d'aluminium.* — M. Friedel a bien voulu me donner un échantillon de ce corps à l'état de cristaux incolores parfaitement purs. Le chlorure d'aluminium présente une stabilité plus grande que le chlorure de fer. Il faut, pour obtenir une altération équivalente, des dissolutions plus étendues ou des températures plus élevées que pour ce dernier.

» A la dilution $\frac{1}{1333}$, la résistance rapportée à 0° ne varie sensiblement qu'aux températures supérieures à 80°. A la température 100°, la résistance finale atteint une limite égale à 0,93 de sa valeur primitive après cent quarante-sept minutes. Ramené à la température ordinaire, le liquide ainsi modifié reprend, au bout d'environ quinze jours, sa résistance primitive.

» A la dilution $\frac{1}{27800}$, l'altération commence à être sensible à la température ordinaire, et, à 100°, la résistance atteint, en moins de dix minutes, une limite égale à 0,47 seulement de la résistance primitive.

» L'addition de l'acide chlorhydrique produit des effets analogues à ceux que nous avons mentionnés pour le chlorure de fer.

» 2° *Chlorure de magnésium.* — Ce composé est moins altérable encore que le chlorure d'aluminium. Il paraît cependant éprouver, aux dilutions extrêmes, un léger accroissement de conductibilité.

» 3° *Chlorure double de rhodium et de sodium.* — Je dois à l'obligeance ds M. Debray un échantillon de ce sel en beaux cristaux violets.

» Sa dissolution étendue passe peu à peu de la couleur rose à la couleur jaune. Son altération est déjà très notable à la dilution $\frac{1}{100}$, mais elle s'effectue avec une lenteur extrême aux températures ordinaires. Au bout de trois mois, les dissolutions sont encore très éloignées de leur limite. Dans cet intervalle de temps, une dissolution contenant $\frac{1}{1077}$ de sel est descen-

due de la résistance 45,8 à 34,7. La même dissolution, préalablement chauffée à 100°, a monté de 20,7 à 21,7.

» 4° *Bichlorure de platine.* — L'altération des liquides précédents ne paraît pas être affectée sensiblement par l'action de la lumière. Il n'en est pas de même des suivants. L'action de la lumière ne porte pas cependant sur la valeur de la limite vers laquelle tend, dans chaque cas, la composition du liquide, mais elle accélère énormément la vitesse de transformation. Ces phénomènes sont facilement observables sur le bichlorure de platine, dont l'altération dans l'obscurité est assez lente, mais très accentuée. Une dissolution de concentration $\frac{1}{1593}$, maintenue froide dans l'obscurité, a passé en sept jours environ de la résistance 26,3 à 19,6. A la lumière du jour, le même effet a été obtenu en cinq heures et demie; à la lumière solaire directe, cette altération est dépassée en moins d'une heure. A la température 100°, la lumière rend encore le phénomène beaucoup plus rapide.

» 5° *Sesquichlorure d'or.* — Ce sel se modifie avec une extrême rapidité. Il est indispensable de préparer les dissolutions dans l'obscurité pour rendre l'observation possible. A la lumière du jour, le chlorure d'or très dilué atteint sensiblement sa limite en quelques minntes, tandis qu'il faut un jour ou deux dans l'obscurité, suivant la concentration. Chauffé à 100°, il manifeste, comme les chlorures précédents, une altération plus marquée. Le retour en sens inverse vers la limite qui correspond à la température ordinaire est favorisé par l'action de la lumière, comme le phénomène direct.

» Je me propose d'examiner si les transformations ainsi provoquées par la lumière sur les dissolutions de certains chlorures modifient leur aptitude à être ensuite attaqués par les agents réducteurs, même dans l'obscurité (1). »

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *Sur la définition du coefficient de self-induction d'un système électromagnétique.* Note de M. G. **Cabanellas**, présentée par M. Lippmann.

« Les *Comptes rendus* des 15 et 28 juin dernier ont publié une intéressante étude expérimentale faite par M. Ledeboer au Laboratoire d'ensei-

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire de Recherches physiques, à la Sorbonne.

gnement de la Faculté des Sciences : *Relation entre le coefficient de self-induction et l'action magnétique;* et *Sur le coefficient de self-induction de la machine Gramme.*

» Dans la première Note, l'auteur dit qu'il existe une relation simple entre ce qu'il appelle soit l'*action magnétique*, soit l'*état magnétique*, d'une part, et, d'autre part, le coefficient de self-induction, et il estime que cette relation consiste en ce que la première quantité varie comme le produit de la seconde par le courant excitateur. Du reste, les tracés graphiques confirment cette interprétation : les ordonnées des courbes coefficients de self-induction y sont les quotients de la division, par les abscisses courants, des ordonnées des courbes quantités de l'extra-courant, ainsi que M. R. Arnoux a bien voulu le vérifier point par point sur les tracés. L'auteur admet donc implicitement que, dans un système électromagnétique parcouru par un courant i, la définition du coefficient de self-induction revient à $L_i = \frac{F_i}{i}$ [1], c'est-à-dire le quotient, par le courant, du flux de force afférent à ce courant. Or la définition classique pour une bobine sans fer est $L = \frac{F_1}{i_1}$, et ce n'est qu'*a posteriori*, parce que les accroissements de flux, dans ce cas particulier, se trouvent être proportionnels aux accroissements de courant, que l'on a également $L = \frac{F_i}{i}$. La tendance méthodique de la définition classique est donc de considérer L comme le rapport de la variation du flux à une petite variation correspondante du courant. Il me paraît y avoir lieu de définir L, aussi bien quand il devient une fonction de i que lorsqu'il reste constant, par la relation $L_i = \frac{dF_i}{di}$, restant ainsi dans l'esprit de la définition usuelle, tout en la généralisant et en adoptant une représentation tout à fait précise et satisfaisante quelle que puisse être la rapidité de variation de L.

» Les substances magnétiques d'un système peuvent exister soit à l'état de noyaux intérieurs, soit en masses extérieures au circuit électrique du système. Ces masses intérieures ou extérieures auront toujours, sur la self-induction, une action adéquate à l'action magnétisante qu'elles subiront

[1] Dans un système quelconque dont la bobine comprend un nombre quelconque de spires de surfaces respectives quelconques, si nous désignons par le symbole f_i chacun des flux de force respectifs, égaux ou inégaux, compris *individuellement dans une spire,* alors que le courant i circule dans toutes les spires, j'appelle flux du système la quantité $F_i = \Sigma f_i$.

du fait de la circulation électrique du système; l'effet variera donc avec le degré de magnétisation spécifique des masses, que cet état de magnétisation soit d'ailleurs dû à la circulation électrique du système ou à une circulation électrique indépendante. Dans ce dernier cas, des masses magnétiques saturées seront, en réalité, sans action pratiquement appréciable. Rigoureusement, on doit aussi faire intervenir les masses diamagnétiques dans la proportion de l'influence qu'elles peuvent subir du fait de la circulation électrique du système.

» Il résulte des définitions mêmes que le flux afférent au courant i est l'intégrale, entre zéro et i, du coefficient de self-induction. En outre, si, la bobine du système étant parcourue par le courant i, on provoque l'extra-courant de rupture pour recueillir ses effets, d'une durée totale θ, dans un circuit de résistance totale R, on a évidemment : à chaque dt du temps θ une force électromotrice instantanée $\frac{dF_i}{dt}$, un courant $\frac{1}{R}\frac{dF_i}{dt}$, une quantité $\frac{1}{R}\frac{dF_i}{dt}dt$, et, comme intégrale de zéro à θ, une quantité d'électricité $\frac{F_i}{R}$ ou $\frac{1}{R}\int_0^i L_i\,di$ (1).

» De ce que la quantité de l'extra-courant varie rigoureusement comme le flux, il résulte que dans un système tel qu'une dynamo, c'est-à-dire combiné pour tirer parti de la présence des lignes de force du flux dans un espace prévu, la quantité varie approximativement comme le moment magnétique et comme l'intensité du champ magnétique mesurés dans cet espace; cette approximation sera d'autant plus grande que le système se rapprochera davantage d'un anneau fermé, parce qu'alors toutes les lignes de force sont dans le champ. Dans un Mémoire présenté à l'Académie, j'ai, dans un ordre d'idées analogue, à propos de transformateurs secondaires, signalé le cas particulier où la substance magnétique du système

---

(1) La définition du coefficient de self-induction et la considération que sa dimension est une longueur, *a priori*, ne laissent pas à l'esprit d'impression bien représentative; le détour suivant assure très clairement ce résultat toujours désirable : Remplaçons par la pensée le système, quelque complexe qu'il puisse être, par une simple bobine ayant la même valeur de coefficient de self-induction que le système réel pour l'état considéré du courant, et, nous pouvons dire, en toute rigueur, que le nombre d'unités exprimant la valeur du coefficient de self-induction est le nombre d'unités exprimant la valeur de la force électromotrice *constante* développée dans cette bobine auxiliaire lorsque la circulation électrique y varie régulièrement d'une unité de courant par chaque unité de temps.

est assez peu magnétisée spécifiquement pour que le flux varie proportionnellement au courant excitateur, et alors, la force électromotrice du circuit secondaire et le courant primaire étant exprimés en fonction du temps dans la période, la seconde courbe représentative varie comme l'intégrale de la première. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les lois numériques des équilibres chimiques.* Note de M. H. LE CHATELIER, présentée par M. Daubrée.

« J'ai donné dans une Communication antérieure [1], pour la loi numérique de l'équilibre chimique d'un système gazeux, la formule

$$\log p^n p'^{n'} \ldots p''^{-n''} \ldots - \frac{273}{0,542} \int \frac{Q}{T^2} dT = \text{const.}$$

» Des raisons plus ou moins vagues d'analogie m'avaient conduit à ce résultat qui demandait à être établi sur des bases plus précises. La démonstration rigoureuse de cette formule fera l'objet de la présente Communication.

» L'expérience montre qu'à température constante la condition d'équilibre d'un système gazeux peut être exprimée par la relation suivante entre les pressions individuelles des divers corps en présence

$$p^n p'^{n'} \ldots p''^{-n''} \ldots = \text{const.}$$

» Cette loi expérimentale admise, il est possible de déterminer, en s'appuyant sur le second principe de la Thermodynamique, l'influence de la température. Il suffit pour cela de suivre une marche analogue à celle qui permet d'établir la loi des tensions de vapeur saturée ou celle de la dissociation, en prenant comme point de départ la loi expérimentale des tensions fixes à température constante.

» Soient

P, V, T les pression, volume et température absolue du mélange gazeux;
R la constante des gaz parfaits rapportée à une molécule ($22^{\text{lit}}, 22$);
$p, p', \ldots$ la pression de chacun des gaz en présence, supposés occuper seuls le volume V;

(1) *Comptes rendus*, 16 novembre et 28 décembre 1885.

n, n', ... le nombre de molécules de chaque corps intervenant dans la réaction considérée ;

xn, $x'n'$, ... le nombre de molécules de chaque corps existant actuellement dans le mélange.

» Le *principe de la conservation de l'énergie* donne l'égalité

$$(1) \qquad \frac{dQ}{T} = \sum \frac{dU}{T} + \frac{AP\,dV}{T}.$$

» Mais, d'après la *loi expérimentale du mélange des gaz*, on a

$$P = \Sigma p,$$

$$(2) \qquad \frac{dQ}{T} = \sum \frac{dU}{T} + \sum \frac{Ap\,dV}{T}.$$

» Retranchons aux deux membres de l'égalité (2) les différentielles $d\left(\frac{U}{T}\right)$ et $A\,d\left(\frac{pV}{T}\right)$,

$$(3) \qquad \frac{dQ}{T} - \Sigma d\left(\frac{U}{T}\right) - \Sigma A\,d\left(\frac{pV}{T}\right) = \sum \frac{U + ApV}{T^2} dT - \sum \frac{AV\,dp}{T}.$$

» Les *lois expérimentales de Mariotte et de Gay-Lussac* donnent

$$pV = xnRT,$$

$$(4) \qquad \frac{dQ}{T} - \Sigma d\left(\frac{U}{T}\right) - \Sigma A\,d\left(\frac{pV}{T}\right) = \sum \frac{U + ApV}{T^2} - \sum \frac{AxnR\,dp}{p}.$$

» Prenons comme variables indépendantes T et x, x', ...; il vient

$$(5) \qquad \left\{ \begin{aligned} &\frac{dQ}{T} - \Sigma d\left(\frac{U}{T}\right) - \Sigma A\,d\left(\frac{pV}{T}\right) \\ &\quad = \sum \frac{U + ApV}{T^2} dT - \sum \frac{AxnR}{p}\left(\frac{dp}{dx}dx + \frac{dp}{dt}dt\right), \end{aligned} \right.$$

expression de la forme $\alpha\,dx + \beta\,dT$, si l'on remarque que tous les dx, dx', ... sont égaux au signe près.

» Le *deuxième principe de la Thermodynamique* exige que $\frac{dQ}{T}$, et par suite chacun des deux membres de l'égalité (5), soit une différentielle exacte. On écrira donc, d'après la méthode proposée par M. Lippmann,

$$\frac{d\alpha}{dT} = \frac{d\beta}{dx};$$

soit, tous calculs faits,

$$(6) \qquad \sum \frac{d(\mathrm{U}+\mathrm{A}p\mathrm{V})}{dx}\frac{1}{\mathrm{T}^2}+\sum \frac{\mathrm{A}n\mathrm{R}}{p}\frac{dp}{d\mathrm{T}}=0.$$

» Le terme $\frac{d(\mathrm{U}+\mathrm{A}p\mathrm{V})}{dx}$ n'est autre que la chaleur latente de réaction à pression constante L.

» Multiplions par $d\mathrm{T}$ et ajoutons aux deux membres de l'égalité (6) le terme $\sum \frac{\mathrm{A}n\mathrm{R}}{p}\frac{dp}{dx}dx$,

$$(7) \qquad \frac{\mathrm{L}\,d\mathrm{T}}{\mathrm{T}^2}+\sum \frac{\mathrm{A}n\mathrm{R}\,dp}{p}=\sum \frac{\mathrm{A}n\mathrm{R}}{p}\frac{dp}{dx}dx.$$

» Mais la *loi expérimentale d'équilibre à température constante* donnée plus haut montre que la différentielle partielle qui forme le second membre de l'équation (7) est nulle. On a donc finalement, après intégration,

$$(8) \qquad \log(p^n p'^{n'} - p''^{-n''}\ldots)+\frac{1}{\mathrm{AR}}\int \frac{\mathrm{L}\,d\mathrm{T}}{\mathrm{T}^2}=\text{const.},$$

équation identique à celle que j'avais donnée antérieurement.

» J'ai intentionnellement mis en évidence, dans la suite du raisonnement, les nombreuses lois expérimentales sur lesquelles s'appuie le résultat final; cela permet de se rendre compte de l'influence que peuvent avoir les écarts de ces lois, simplement approchées pour la plupart.

» On pourrait établir la même formule par des procédés différents, par exemple en éliminant systématiquement les données expérimentales, comme cela se fait souvent en Thermodynamique, et les remplaçant par un certain nombre d'hypothèses équivalentes plus ou moins dissimulées, relatives à quelques fonctions analytiques telles que l'entropie, le potentiel thermodynamique, etc. C'est d'une façon analogue que M. van T'Hoff, qui a publié la formule en question dans les *Annales néerlandaises* au moment même où je la donnais dans les *Comptes rendus*, a pu en donner une démonstration très simple, en s'appuyant sur une hypothèse assez plausible relative aux cycles réversibles.

» Je ferai remarquer, en terminant, que le même mode de calcul permet d'établir très simplement les formules relatives à la dissolution des gaz, à leur condensation dans les corps poreux, au mélange des vapeurs, etc. »

CHIMIE. — *Nouvelles expériences sur la décomposition de l'acide fluorhydrique par un courant électrique.* Note de M. **H. Moissan**, présentée par M. Debray.

« Dans la décomposition par un courant électrique de l'acide fluorhydrique rendu conducteur au moyen de fluorhydrate de fluorure de potassium, on obtient, au pôle positif, un corps gazeux ayant des propriétés très énergiques et qui, d'après nos recherches précédentes [1], ne peut être que du fluor ou un perfluorure d'hydrogène.

» Nous indiquerons tout d'abord un nouveau procédé de préparation de ce gaz fondé sur l'électrolyse du fluorhydrate de fluorure de potassium, séché avec soin et maintenu en fusion à la température de 110°. L'expérience se fait dans l'appareil que nous avons décrit précédemment. Le fluorhydrate fondu se boursoufle beaucoup sous l'action du courant, une partie se dégage par les tubes abducteurs; de plus, à cette température de 110°, le platine est très fortement attaqué, et nous avons dû arrêter l'expérience de peur de mettre hors d'usage notre appareil en platine. Si l'on fait plonger des fils de platine amenant le courant de dix éléments Bunsen dans du fluorhydrate de fluorure de potassium, maintenu liquide dans une capsule de platine, on voit les gaz se dégager en abondance à chaque pôle et, lorsqu'ils sont en contact, produire aussitôt, même à l'obscurité, une petite détonation. Les fils de platine sont rongés en quelques instants.

» Nous ajouterons aussi que, dans l'électrolyse de l'acide fluorhydrique, on peut obtenir à chaque pôle, en opérant dans de bonnes conditions, un rendement de $1^{lit},5$ à 2^{lit} par heure. L'expérience peut durer facilement trois heures si l'on a employé une quantité suffisante d'acide fluorhydrique. Ce gaz, ainsi préparé, n'est-il pas une combinaison d'hydrogène et de fluor plus fluorée que l'acide fluorhydrique? En un mot, ne se trouve-t-on pas en présence d'un perfluorure d'hydrogène? Pour résoudre cette question, il suffit de démontrer que le gaz obtenu ne renferme pas d'hydrogène. On y arrive en faisant passer le corps gazeux sur du fer maintenu au rouge. Dans le cas du fluor, le gaz doit s'absorber entièrement; si, au contraire, on a préparé une combinaison de fluor et d'hydro-

---

(1) *Comptes rendus,* t. CII, p. 1543, et t. CIII, p. 202.

gène, ce dernier gaz sera mis en liberté et pourra être recueilli dans une atmosphère d'acide carbonique dont on se débarrassera toujours facilement au moyen d'une solution de potasse.

» L'expérience a été disposée de la façon suivante. A la suite du tube de platine par lequel le gaz actif se dégage, on place un tube de même métal de $0^m,20$ de longueur, réuni au précédent par un pas de vis et rempli de petits fragments de fluorure de potassium absolument sec. Ce composé retient très bien les vapeurs d'acide fluorhydrique, qui produisent avec lui du fluorhydrate de fluorure de potassium. Un autre tube de potasse de même longueur, s'ajustant à frottement doux sur le précédent et renfermant un faisceau de fils de fer a été taré avant l'expérience. A ce dernier tube métallique se trouve réuni, au moyen d'une jointure en caoutchouc, un grand tube à essai en verre, puis un flacon, tous deux retournés et remplis d'acide carbonique pur. Cette partie de l'appareil a été traversée pendant cinq à six heures par un courant rapide d'acide carbonique pur et sec. Le gaz sortant a été analysé : 100^{cc} ne donnaient, après absorption par une solution de potasse, qu'une très petite bulle d'air dont le volume était négligeable.

» Du côté de l'hydrogène, on a disposé un tube à essai et un flacon de 1^{lit}, réunis par des tubes de verre retournés et également pleins d'acide carbonique pur. L'extrémité de chaque appareil est en communication avec l'air par un tube de caoutchouc de 2^m dont l'ouverture est relevée et placée au-dessus du niveau de l'acide carbonique dans les flacons. Grâce à ce dispositif, il est possible de recueillir sans pression et séparément les gaz qui se dégagent de l'appareil en platine, tant au pôle négatif qu'au pôle positif.

» Lorsque toutes ces précautions sont prises, on fait passer le courant de vingt éléments Bunsen dans l'acide fluorhydrique entouré de chlorure de méthyle et refroidi à $-50°$ par un rapide courant d'air. Le tube de platine contenant le fer est chauffé aussitôt au rouge sombre, et l'on remarque au travers du platine, par l'incandescence qui se produit à l'intérieur, la forme des fils de fer brûlant dans le gaz. On laisse la décomposition électrolytique se produire pendant dix minutes, en remplaçant le chlorure de méthyle s'il y a besoin. L'expérience est ensuite arrêtée, on démonte l'appareil, on pèse le tube de platine renfermant le fluorure de fer. Ce dernier se trouve à l'état de fluorure cristallisé d'un blanc légèrement verdâtre à l'extrémité des fils métalliques; il s'est produit aussi une petite quantité de fluorure de platine. On transporte sur la cuve à eau les deux appareils

remplis d'acide carbonique et ce composé est lentement absorbé par une solution de potasse. Le gaz restant est mesuré et analysé.

» Dans notre expérience le poids du fer avait augmenté de $0^{gr},130$; le gaz venant du pôle négatif renfermait 78^{cc} d'hydrogène, brûlant avec une flamme pâle, sans détonation. L'appareil rempli d'acide carbonique placé au pôle positif n'a laissé comme résidu, après absorption par la potasse, que $10^{cc},2$ d'un gaz incombustible renfermant environ un cinquième d'oxygène ([1]). En résumé, le gaz actif privé d'acide fluorhydrique par le fluorure de potassium a été entièrement absorbé par le fer porté au rouge sombre, en donnant un poids de fluorure de fer sensiblement correspondant au poids de l'hydrogène dégagé ([2]).

» Le gaz que l'électrolyse dégage de l'acide fluorhydrique anhydre ou du fluorhydrate de fluorure fondu est donc bien le fluor. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la séparation de l'antimoine et de l'étain.* Note de M. **Ad. Carnot**, présentée par M. Daubrée.

« La séparation de l'étain et de l'antimoine a été l'objet de bien des recherches, soit à cause des difficultés qu'elle présente, soit à cause de son importance dans l'analyse des alliages industriels.

» J'ai cherché à appliquer à ce problème une méthode analogue à celle qui m'avait réussi pour la séparation du zinc et du cadmium, c'est-à-dire fondée sur l'emploi simultané de l'acide oxalique et de l'hyposulfite de soude ([3]). J'y suis parvenu, en effet, après avoir fait une étude attentive des réactions fournies par les oxalates des deux métaux en présence de

---

([1]) Le volume d'air obtenu représente à peu près le volume intérieur des deux tubes de platine employés qui ont été adaptés, remplis d'air, à l'appareil producteur de fluor. L'analyse de ce gaz a donné :

Sur la cuve à eau	$10^{cc},2$
Après potasse	$10^{cc},2$
Après pyrogallate de potasse	$8^{cc},0$

([2]) 78^{cc} d'hydrogène pèsent 0,006942, ce qui, multiplié par l'équivalent du fluor 19, indiquerait comme poids du fluor mis en liberté 0,132. L'expérience nous a donné 0,130. Le tube à essai retourné qui se trouvait du côté du fluor ne présentait pas trace d'humidité et n'a pas été attaqué.

([3]) *Comptes rendus*, 15 et 22 mars 1886.

l'hydrogène sulfuré et des hyposulfites. Ce sont les résultats principaux de cette étude que je me propose d'exposer.

» L'*acide oxalique* donne, avec des dissolutions chlorhydriques faiblement acides d'étain ou d'antimoine, des précipités blancs cristallins d'oxalates simples de ces métaux.

» En présence d'un sel ammoniacal, il se fait des oxalates doubles, beaucoup plus solubles que les précédents. Ces sels ne cristallisent qu'en liqueurs concentrées; ils peuvent être étendus de beaucoup d'eau, sans donner lieu à aucun trouble.

» Ils peuvent, par conséquent, fournir des dissolutions très peu acides et cependant parfaitement limpides d'étain et d'antimoine, conditions favorables pour les analyses. Ces dissolutions d'oxalates ont quelque analogie avec celles de tartrates doubles.

» L'un des moyens les plus simples de les préparer consiste à verser dans la dissolution de chlorures métalliques, suivant qu'elle est plus ou moins acide, de l'ammoniaque ou du chlorhydrate d'ammoniaque, puis de l'acide oxalique et enfin de l'ammoniaque jusqu'à saturation presque complète. S'il s'est fait un précipité, on le redissout par un petit excés d'acide oxalique.

» Dans une semblable dissolution, l'*hydrogène sulfuré* précipite entièrement l'antimoine à l'état de sulfure orangé; il donne avec les sels stanneux un précipité *noir;* il précipite incomplètement les sels stanniques, surtout si la liqueur est chaude, et contient une assez forte proportion d'acide oxalique libre.

» La couleur noire du protosulfure d'étain obtenu dans ces circonstances a attiré mon attention.

» Je me suis assuré que telle est la véritable teinte du protosulfure d'étain, lorsqu'il est absolument pur, et que la couleur brun marron, qui lui est attribuée dans tous les Ouvrages, est due à un mélange de protosulfure noir avec une quantité plus ou moins notable de bisulfure jaune.

» Différents faits m'ont paru l'établir, et, entre autres, le fait suivant : Si l'on fait passer un courant d'hydrogène sulfuré dans une dissolution chlorhydrique de protoxyde d'étain, il se fait un précipité brun; dans la dissolution oxalique du même sel, il se produit tout d'abord un précipité d'un beau noir; mais, si on laisse refroidir en fiole bouchée, on voit peu à peu le dépôt noir de protosulfure se recouvrir d'une mince couche jaunâtre de bisulfure.

» L'*hyposulfite de soude* produit, dans une dissolution chlorhydrique

d'étain à l'ébullition, un précipité blanc jaunâtre, contenant du soufre, du sulfure et de l'oxyde d'étain. Dans une dissolution oxalique, au contraire, il ne se dépose que du soufre; tout l'étain reste dissous. L'acide sulfureux et l'acide sulfurique n'y produisent non plus aucune précipitation, contrairement à ce qui a lieu dans une solution chlorhydrique peu acide.

» Quant aux sels d'antimoine, acidifiés soit par l'acide chlorhydrique, soit par l'acide oxalique, ils donnent, par ébullition avec l'hyposulfite, un dégagement d'acide sulfureux et un précipité, qui, d'abord jaune, passe ensuite à l'orangé, au rouge vermillon et enfin au rouge cinabre. Ce précipité est composé de soufre et d'oxysulfure d'antimoine.

» En le lavant et le séchant avec soin, chauffant vers 110°, puis dissolvant le soufre libre par le sulfure de carbone, j'ai vérifié que le résidu, d'un beau rouge, répond exactement à la formule Sb^2OS^2. La réaction qui lui donne naissance peut donc être représentée par l'équation

$$Sb^2Cl^3 + 3(NaO, S^2O^2) = Sb^2OS^2 + 3NaCl + 4SO^2.$$

» Je dois faire remarquer que la précipitation n'est complète qu'à l'ébullition et en présence d'une petite quantité d'acide chlorhydrique libre; elle risque d'être imparfaite si la liqueur n'est acidifiée que par l'acide oxalique.

» Comme conséquence des observations précédentes et après des expériences assez nombreuses, je crois pouvoir conseiller la marche suivante pour la séparation exacte et rapide des deux métaux.

» La dissolution chlorhydrique d'étain et d'antimoine est additionnée d'ammoniaque ou de sel ammoniac, comme je l'ai dit plus haut; on y verse environ 2^{gr} d'acide oxalique dissous, puis de l'ammoniaque jusqu'à saturation incomplète. On étend la liqueur jusqu'à 250^{cc} ou 300^{cc} et on y ajoute une solution d'hyposulfite de soude contenant au moins 10 parties de sel cristallisé pour 1 partie d'antimoine à doser.

» La liqueur, limpide à froid, se trouble quand on la chauffe et passe successivement au jaune et au rouge. On y verse 1^{cc} ou 2^{cc} d'acide chlorhydrique étendu d'eau et l'on maintient à l'ébullition pendant quelques minutes. Si l'on cesse alors de chauffer, le précipité rouge se dépose et la liqueur s'éclaircit rapidement.

» Versant encore quelques gouttes d'acide chlorhydrique, on observe, après quelques instants d'ébullition, l'aspect de la liqueur. Si elle reste limpide, il faudra ajouter un peu d'hyposulfite. Si elle est laiteuse et entièrement blanche, la précipitation du métal est complète. Mais, si elle prend

une coloration jaune ou rougeâtre, c'est qu'il restait de l'antimoine à précipiter et il faudra renouveler l'addition d'acide (et quelquefois celle d'hyposulfite), jusqu'à ce que le trouble formé soit entièrement blanc.

» L'oxysulfure mêlé de soufre est reçu sur un filtre taré, où sa consistance permet de le laver très aisément.

» Dans le cas où il se serait formé un enduit rouge d'oxychlorure adhérent aux parois de la fiole, on pourrait reprendre par très peu d'acide chlorhydrique, chasser l'hydrogène sulfuré, étendre et précipiter de nouveau par l'hyposulfite à l'ébullition, ou bien dissoudre avec trois ou quatre gouttes de sulfhydrate et, après dilution, décomposer par l'acide chlorhydrique. Dans l'un et l'autre cas, le précipité serait réuni au premier sur le filtre.

» La liqueur filtrée renferme tout l'étain; tandis qu'elle est encore chaude, on la sature par l'ammoniaque, on redissout le précipité par le sulfhydrate et on décompose le sulfosel par l'acide acétique. Il ne faut pas pour cela se servir d'acide chlorhydrique, afin de ne pas mettre en liberté d'acide oxalique, qui pourrait gêner la précipitation du bisulfure d'étain. Au bout de peu de temps, le dépôt de soufre et de sulfure est rassemblé au fond de la fiole; il peut être reçu sur un filtre, lavé avec de l'eau et un peu de nitrate d'ammoniaque, puis séché et grillé dans une capsule ou un creuset de porcelaine. On pèse le bioxyde d'étain SnO^2.

» Quant à l'oxysulfure d'antimoine, il est toujours mêlé d'un assez grand excès de soufre et peut être converti en trisulfure d'arsenic Sb^2S^3 par simple calcination du précipité dans un courant d'acide carbonique sec.

» On peut d'ailleurs aussi, après avoir effectué la séparation des deux métaux, comme je viens de l'indiquer, redissoudre l'oxysulfure rouge, encore humide, par l'acide chlorhydrique et doser l'antimoine par l'une des méthodes volumétriques connues. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les manganites de soude* (1). Note de M. G. Rousseau, présentée par M. Troost.

« Le chlorure de manganèse introduit en petite quantité dans un oxychlorure alcalino-terreux, maintenu en fusion au contact de l'air, se transforme rapidement en manganate. Sous l'action prolongée de la chaleur, le manganate se dissocie en formant des manganites dont la complexité varie avec la température.

(1) *Comptes rendus*, t. CI, p. 167; t. CII, p. 425 et 616.

» Il restait à étendre cette méthode à la production des manganites alcalins. Avec le chlorure de potassium alcalinisé par l'addition de KHO^2, les choses se passent comme dans le cas des chlorures alcalino-terreux, et l'on obtient régulièrement une série de manganites que je ferai connaître dans une prochaine Communication. Mais quand on chauffe, en présence de l'air, 1^{gr} de chlorure de manganèse avec un mélange de 10^{gr} de NaCl et 3^{gr} de $NaHO^2$, on ne voit pas apparaître la coloration verte caractéristique des manganates; la masse reprise par l'eau ne laisse qu'un résidu brun de cristaux microscopiques d'oxyde salin Mn^3O^4. Le manganate ne prend naissance que lorsque la proportion de soude caustique dans le mélange dépasse celle du chlorure alcalin; toutefois, on ne voit pas se former de manganite cristallisé au sein du fondant, même après une calcination prolongée à la flamme de la lampe Bunsen.

» La méthode générale est donc ici en défaut. J'ai cependant réussi à reproduire deux variétés de manganite de soude à l'aide de l'artifice suivant, qui n'est au fond qu'une légère modification du procédé primitif.

» On fait fondre dans un creuset de platine, à la flamme d'un bec Bunsen, 3^{gr} de soude caustique; puis on y introduit $1^{gr},5$ de chlorure de manganèse desséché; on ajoute enfin au mélange 3^{gr} d'azotate de soude. On maintient le tout en fusion au rouge sombre, en remuant fréquemment. Quand la majeure partie de l'azotate de soude est décomposée, on élève la température jusqu'au point où la potasse se vaporise et l'on continue à chauffer, pendant quatre heures environ, en laissant le creuset découvert.

» Pendant la calcination, tout le contenu du creuset se transporte vers le haut des parois intérieures, que l'on trouve tapissées de cristaux microscopiques empâtés dans une petite quantité de fondant. Ces cristaux se détachent facilement par l'eau bouillante; ce sont de petites aiguilles noires, soyeuses, présentant au microscope l'apparence de prismes accolés et enchevêtrés. De nombreuses analyses concordantes leur assignent la formule $12MnO^2,NaO$, en notation équivalente :

	Trouvé.						
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	Calculé.
Mn.....	59,49	59,83	59,39	59,55	59,94	59,99	59,67
Na.....	»	»	»	3,87	»	»	4,15

» La présence du chlorure de sodium provenant de la double décomposition entre MnCl et $NaHO^2$ est une condition indispensable de la formation des cristaux. En remplaçant, en effet, le chlorure de manganèse par

du carbonate ou du bioxyde dans le mélange précédent, on n'obtient que des flocons bruns amorphes. Le chlorure de sodium joue ici le rôle d'agent minéralisateur, comme dans les expériences classiques où l'on fait cristalliser les oxydes de fer et de chrome en les chauffant avec du sel marin à une température suffisamment élevée pour volatiliser celui-ci.

» Le composé $12MnO^2, NaO$ correspond à un état limite de condensation moléculaire. En couvrant le creuset, ou en rassemblant au fond le manganate qui s'est étalé sur les parois, avant la vaporisation totale de la soude, on obtient des manganites moins complexes, dont l'étude n'est pas encore terminée. Ces faits tendent à prouver que la vapeur d'eau intervient dans la dissociation du manganate et dans la polymérisation du bioxyde de manganèse combiné à la soude.

» Les curieux changements moléculaires précédemment signalés à propos des manganites alcalino-terreux se reproduisent encore avec le manganite de soude, quand on fait varier la température de l'expérience. A la température de la fusion du cuivre, c'est encore le manganite $12MnO^2, NaO$ qui prend naissance; mais, vers le rouge orange, on voit apparaître un composé nouveau. La formation de ce manganite ne s'accomplit qu'en présence d'un grand excès de sel marin; on peut la réaliser à coup sûr en se conformant aux indications suivantes.

» On commence par chauffer le mélange précédent dans la flamme du bec Bunsen jusqu'à ce que la potasse soit complètement volatilisée et que la matière se soit rassemblée en anneau sur les parois du creuset. On introduit alors dans le creuset 10^{gr} de chlorure de sodium décrépité; quand tout est fondu, on brasse la masse avec une spatule, puis on porte le creuset découvert sur un four Forquignon et Leclercq (dispositif n° 3). Le sel marin se vaporise rapidement, et l'on voit bientôt se former, à $0^m,01$ ou $0^m,02$ au-dessus du bain, une couronne de lamelles noires brillantes. Quand il ne reste plus de chlorure de sodium, on détache la couronne, on la traite par l'eau bouillante, et, par une série de lévigations, on sépare les lamelles noires d'une petite quantité de flocons amorphes d'un brun jaunâtre. Examinées au microscope, ces lames se montrent comme des rhomboèdres nettement définis. Leur composition correspond à celle d'un pentamanganite $5MnO^2, NaO$.

» La production du manganite de soude au rouge blanc s'obtient dans des conditions analogues : il suffit de chauffer le creuset découvert, au dispositif n° 4, en flamme très oxydante. Au bout d'un quart d'heure ou vingt minutes, tout le chlorure de sodium est volatilisé. On introduit de nouveau 10^{gr} de NaCl décrépité, et l'on continue l'action du feu jusqu'à ce que

les fumées de sel marin cessent de se dégager par les orifices du fourneau. En découvrant le fourneau, on trouve alors le haut du creuset tapissé, sur ses parois intérieure et extérieure, de fines aigrettes noires de manganite $12MnO^2, NaO$, identique comme forme cristalline et comme composition chimique avec le composé qui se forme à la flamme du bec Bunsen.

» La décomposition du manganate de soude parcourt donc un cycle comparable à celui des manganates alcalino-terreux. Au rouge sombre et au rouge blanc, il se transforme en $12MnO^2, NaO$, tandis qu'au voisinage du rouge orange il donne naissance au pentamanganite $5MnO^2, NaO$. Mais avec les manganates de baryte et de strontiane, c'était le composé le plus simple MnO^2RO qui se formait aux températures extrêmes et le dimanganite $2MnO^2RO$ qui apparaissait aux températures intermédiaires. Dans le cas actuel, le phénomène suit une marche inverse.

» L'analogie des deux réactions se poursuit jusque dans la stabilité du manganate de soude aux températures les plus élevées. Depuis le rouge sombre jusqu'au rouge blanc, la décomposition de ce corps en présence de la soude est insignifiante. L'énergie chimique l'emporte sur l'énergie calorifique dans toute l'échelle des températures. Ce n'est qu'au-dessus du bain liquide, dans les parties supérieures du creuset où il se trouve entraîné par le chlorure de sodium volatilisé, que le manganate peut se dissocier sous l'action de la vapeur d'eau, perdre simultanément de la soude et de l'oxygène et se transformer en manganites très condensés. Partout où il se trouve en présence d'un excès de soude et d'air atmosphérique sec, le manganate résiste à l'action décomposante de la chaleur.

» L'existence des composés complexes du type $5MnO^2RO$ et $12MnO^2RO$ présente peut-être quelque intérêt. Elle montre, en effet, que l'acide manganeux MnO^2 peut s'accumuler dans les molécules à la façon de l'acide silicique, de l'acide molybdique, ainsi que de la plupart des acides métalliques faibles (1). »

CHIMIE. — *Sur la détermination de l'acidité absolue des liquides de l'organisme et sur quelques phénomènes relatifs à la saturation de l'acide orthophosphorique.* Note de M. **Ch. Blarez**, présentée par M. Berthelot.

« 1. Il y a un an, nous communiquions au Congrès scientifique de Grenoble le résultat de nombreuses analyses, entreprises dans le but de

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de la Sorbonne.

déterminer l'acidité absolue des liquides de l'organisme. Toutes nos expériences concouraient à établir que les chiffres obtenus par certaines méthodes, notamment par celle de Moly, donnaient des résultats trop élevés, plus forts que ce que la théorie paraissait indiquer.

» 2. L'acide phosphorique ordinaire est un acide polybasique à fonction mixte : les expériences calorimétriques de MM. Berthelot et Louguinine démontrent ce fait, qui est, au reste, vérifié par l'acidimétrie. Mais ces mêmes expériences calorimétriques laissent supposer l'existence de composés renfermant plus de trois équivalents de base par molécule d'acide phosphorique. Nous avons, par de nombreuses expériences, établi l'existence de ces phosphates particuliers; et c'est ce qui nous a permis d'expliquer les anomalies dont nous avons parlé.

» 3. Avec les alcalino-terreux susceptibles de former des phosphates insolubles, il faut distinguer le cas où le composé formé est soluble : c'est celui qui correspond aux phosphates dits *phosphates acides*. Ainsi, si dans une molécule d'acide orthophosphorique, suffisamment diluée, on ajoute de l'eau de chaux, de l'eau de baryte ou de l'eau de strontiane en s'aidant des réactifs, cochenille ou hélianthine, la neutralisation partielle est accusée lorsque l'on a employé un équivalent de l'un de ces trois corps. Au delà, on ne peut plus faire usage des indicateurs.

» Si l'on neutralise l'acide dilué (9^{gr} à 10^{gr} par litre) par de l'eau de chaux, le phénolphtaléine indiquera l'alcalinité du mélange lorsque, pour une molécule d'acide, on aura versé de $2^{éq},5$ à $2^{éq},9$ de chaux. Il se forme, au contact de chaque goutte d'eau de chaux qui tombe dans l'acide, divers phosphates plus ou moins basiques dont la composition n'est pas définie et qui se dissocient plus ou moins rapidement en donnant du phosphate bicalcique. De même la strontiane.

» Avec l'eau de baryte assez concentrée, le dosage devient possible, car le phosphate bibarytique se forme et cristallise plus facilement que le phosphate bicalcique.

» 5. En présence d'un excès de base, 1^{mol} d'acide orthophosphorique absorbe plus de $3^{éq}$ d'alcali.

» Voici le mode opératoire que nous avons suivi : 10^{cc} d'acide phosphorique dilué $\left(\frac{N}{10}\text{ environ}\right)$ et exactement titré ont été mis en contact avec un volume donné d'eau de chaux titrée. Le mélange, après agitation dans un flacon bien bouché, a été filtré immédiatement, ou bien abandonné au repos dans un grand bocal contenant de la chaux vive à la partie inférieure.

La filtration a été opérée également dans un bocal analogue, pour éviter l'absorption de l'acide carbonique. La chaux a été dosée dans le liquide filtré; le calcul a indiqué celle se trouvant dans la masse totale du liquide, en négligeant le volume occupé par le précipité lui-même (qui est négligeable, quelques millimètres cubes). Par différence, on a eu la chaux combinée à l'acide phosphorique.

» Le précipité recueilli sur le filtre n'est pas un composé stable; si on le lave pendant longtemps, il abandonne de la chaux aux eaux de lavage, et si l'on ajoute cette chaux à celle dosée dans le liquide séparé par filtration, on obtient par le calcul, pour la chaux restée combinée, un nombre différent, comme on va le voir.

Nombre d'équivalents de chaux, eau de chaux primitive		4	5	6	7	8	9	10
Absorbée immédiatement par 1^{mol} d'acide orthophosphorique	a	3,33	3,40	3,65	3,70	3,52	3,57	3,60
	b	3,35	3,62	3,62	»	3,54	»	»
	c	3,30	3,55	»	3,58	»	3,62	»
Après six à sept heures de contact	d	3,40	3,62	3,60	»	3,58	»	»
	e	3,38	3,67	3,59	»	»	»	»
Après vingt-quatre heures de contact	f	»	3,61	»	»	3,58	»	»
	g	3,52	3,58	»	»	3,59	»	»
Nombre d'équivalents de chaux restés combinés à 1^{mol} d'acide orthophosphorique après lavage complet du précipité....	a	3,18	3,24	3,33	3,35	3,30	»	»
	b	3,22	»	3,36	»	3,38	»	»

» L'inspection de ce Tableau montre :

» 1° Qu'en présence d'un excès d'eau de chaux, l'acide phosphorique engendre des composés dont l'ensemble renferme plus de $3^{éq}$ de CaO pour 1^{mol} d'acide.

» 2° Que, dès que la chaux se trouve au moins dans la proportion de $5^{éq}$ pour 1^{mol} d'acide, le composé qui tend à se former possède une composition pouvant être représentée approximativement par la formule

$$PhO^5, 3,6CaO.$$

» 3° Que ce composé fortement basique est dissocié par l'eau en un composé moins basique pouvant être approximativement représenté par

$$PhO^5, 3,3CaO.$$

» 6. Il y a un autre moyen de provoquer la formation des phosphates calciques : ce moyen consiste à sursaturer l'acide phosphorique par un alcali, tel que la soude ou la potasse, et à ajouter dans le mélange un excès de chlorure de calcium. Nous sommes arrivé ainsi à des résultats identiques à ceux inscrits ci-dessus.

» 7. Avec la strontiane, les résultats sont à peu près comparables à ceux obtenus avec la chaux. Avec la baryte ou le chlorure de baryum ajouté dans un mélange d'acide phosphorique avec un excès d'alcali, les résultats sont encore de même ordre. Le sel barytique le plus basique possède une composition qui se rapproche de la formule $PhO^5, 3,45 BaO$, conformément aux résultats observés par MM. Berthelot et Louguinine (*Annales de Chimie et de Physique,* 5e série, t. IX, p. 33). Le précipité, lavé jusqu'à ce que les eaux de lavage soient neutres, peut être représenté par la formule $PhO^5, 3,2 BaO$.

» De ces expériences nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

» 1° La détermination exacte de la basicité absolue de l'acide phosphorique n'est pas possible, puisque cette basicité n'a rien d'absolu; une molécule d'acide peut s'unir suivant les circonstances, non seulement à un ou à deux équivalents de base pour former des sels définis; mais encore à une plus grande quantité, quantité variable avec les conditions de milieu.

» 2° Ces expériences vérifient aussi exactement que possible ce qui a été dit par M. Berthelot à propos de l'acide phosphorique, à la suite de ses recherches calorimétriques sur ce corps.

» 3° L'acide phosphorique et les phosphates faisant partie des principes constitutifs des liquides animaux, il est impossible d'arriver rigoureusement à déterminer l'acidité absolue de ces liquides en présence de corps prenant, selon les conditions du milieu, une quantité variable de base pour une neutralisation théorique. »

THERMOCHIMIE. — *Sur quelques données thermiques relatives aux chromates.* Note de M. **Paul Sabatier**, présentée par M. Berthelot.

« Dans le cours de mes recherches sur la statique des chromates alcalins dissous, j'ai été conduit à reprendre quelques déterminations calorimétriques déjà acquises et à effectuer quelques mesures nouvelles :

» 1° *Chaleur de dissolution de l'acide chromique.* — J'ai trouvé, avec de

l'acide chromique très pur dissous dans 40 fois son poids d'eau à 19° :

Pour $CrO^3 = 50^{gr},2$ .... $+0^{Cal},95$

» Graham avait trouvé $+ 1^{Cal},1$.

» 2° *Chaleur de neutralisation de l'acide chromique par la potasse.* — J'ai trouvé directement, vers 17° :

$2CrO^3 (1^{éq} = 2^{lit}) + KO (1^{éq} = 2^{lit})$ dégage .... $+13^{Cal},5$
$2CrO^3 (1^{éq} = 2^{lit}) + 2KO (1^{éq} = 2^{lit})$ dégage .... $+25^{Cal},4$

» M. Thomsen a indiqué 13,1 et 24,7, valeurs un peu plus faibles.

» On en déduit :

$KCr^2O^7 (1^{éq} = 2^{lit}) + KO (1^{éq} = 2^{lit})$ dégage .... $+11^{Cal},9$

» Une mesure directe m'a donné $+ 11^{Cal},5$. La moyenne est $+ 11^{Cal},7$: M. Berthelot a trouvé $+ 11^{Cal},6$ à 22°, dans son travail sur les chromates.

» 3° *Chromate neutre d'ammoniaque.* — J'ai mesuré la chaleur de dissolution de ce sel bien cristallisé; j'ai trouvé, à 18° :

Pour $AzH^4CrO^4 = 76^{gr},2$, dissous dans 100 parties d'eau .... $-2^{Cal},9$

» En se servant des valeurs données par M. Berthelot pour l'état dissous, on peut déduire aisément la chaleur de formation du composé solide

CrO^3 sol. + AzH^3 gaz + HO sol. = AzH^4CrO^4 sol. dégage ...... $+ 23^{Cal},1$

De même, à partir du bichromate,

$AzH^4Cr^2O^7$ sol. + AzH^3 gaz + HO sol. = $2(AzH^4CrO^4)$ sol.... $+ 17^{Cal},9$

» 4° *Chromate double de potasse et d'ammoniaque.* — On peut considérer le bichromate de potasse comme doué d'une fonction acide, qui donne avec la potasse le chromate neutre ; avec l'ammoniaque, le chromate double de potasse et d'ammoniaque. J'ai trouvé que, vers 23°,

$KCr^2O^7 (1^{éq} = 4^{lit}) + AzH^3 (1^{éq} = 2^{lit})$ dégage .... $+ 10^{Cal},6$

L'addition d'un excès d'ammoniaque donne encore jusqu'à $+ 0^{Cal},3$.

» La liqueur contient le sel $AzH^4KCr^2O^8$, qui cristallise dans le vide sec en cristaux jaunes très nets. J'ai mesuré sa chaleur de dissolution; on trouve, à 17°,

Pour $AzH^4KCr^2O^8 = 173^{gr},4$, dissous dans 40^p d'eau .... $- 5^{Cal},3$

On peut en déduire sa chaleur de formation à partir du bichromate de potasse solide :

KCr^2O^7 sol. + AzH^3 gaz + HO sol. = sol.... dégage.......... + $15^{Cal},5$

Sa formation par la combinaison des deux chromates neutres, considérés dans l'état solide, $KCrO^4 + AzH^4CrO^4$, ne donne lieu qu'à un phénomène thermique très faible.

» Ce sel paraît devoir être considéré comme le sel ammoniacal que donne le bichromate de potasse agissant comme un véritable acide. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches thermiques sur les séléniures.* Note de M. **Charles Fabre**, présentée par M. Berthelot.

« I. **Séléniure d'ammonium dissous.** — 1. *Chaleur de formation du séléniure d'ammonium dissous.* — L'action de l'acide sélénhydrique gazeux sur la dissolution d'ammoniaque dégage vers 14° (expériences sur $1^{gr},422$ à $3^{gr},746$ de HSe)

+ $8^{Cal},21$ + $7^{Cal},80$ + $7^{Cal},95$ Moyenne....... + $7^{Cal},98$

» J'ai obtenu avec les deux composants dissous ($1^{gr},35$ de HSe par litre et liqueur de soude équivalents)

+ $3^{Cal},15$ + $3^{Cal},45$ Moyenne..................	+ $3^{Cal},30$
En ajoutant à ce nombre la chaleur de dissolution de l'acide sélénhydrique..............................	+ $4^{Cal},63$
on trouve sensiblement le nombre fourni par la première détermination..................................	+ $7^{Cal},93$

Nous adopterons la moyenne + $7^{Cal},95$.

» Un second équivalent d'acide sélénhydrique dégage + $3^{Cal},50$; les choses se passent donc comme avec l'acide sulfhydrique : le second équivalent d'acide sélénhydrique agissant sur les alcalis dissous dégage sensiblement la même quantité de chaleur que le premier, c'est-à-dire que le sel dissous est un sélénhydrate.

» 2. On déduit de ces données la chaleur de formation du séléniure d'ammonium dissous à partir des éléments :

Az gaz + H^4 gaz + Se métallique = AzH^5Se dissous....... + $22^{Cal},24$.

» 3. Sélénhydrate d'ammoniaque, AzH^5Se^2. — Bineau a indiqué la préparation de ce corps par le mélange des deux composants gazeux et *secs*. Ce composé est analogue au sulfhydrate d'ammoniaque AzH^5Se^2. J'ai obtenu pour chaleur de dissolution du sélénhydrate, en opérant sur des quantités variant de $1^{gr},190$ à $2^{gr},0915$, vers $18°$,

$-4^{Cal},90$ $-4^{Cal},79$ $-5^{Cal},29$ Moyenne....... $-4^{Cal},99$

On déduit de cette détermination et des précédentes la *chaleur de formation du sélénhydrate d'ammoniaque à partir des éléments*

Az gaz $+ H^5$ gaz $+ Se^2$ métallique $= AzH^5Se^2$ solide......... $+28^{Cal},85$

de même

AzH^3 gaz $+ H^2Se^2$ gaz $= AzH^5Se^2$ solide.................... $+29^{Cal},85$

» II. **Séléniures de lithium.** — 1° *Séléniure anhydre.* — J'ai obtenu ce corps par déshydratation du séléniure de lithium cristallisé; en opérant sur des quantités de sel variant de $1^{gr},341$ à $3^{gr},386$ et 500^{cc} d'eau, j'ai obtenu pour sa chaleur de dissolution vers $20°$

$+4^{Cal},90$ $+5^{Cal},46$ $+5^{Cal},30$ Moyenne......... $+5^{Cal},33$.

» 2° *Séléniure dissous.* — L'acide sélénhydrique gazeux agissant sur la dissolution de lithine caustique dégage vers $15°$ ($1^{éq}Li = 4^{lit}$ pour 1,09 à 2,253 de HSe)

$+8^{Cal},37$ $+8^{Cal},17$ $+8^{Cal},64$ $+8^{Cal},21$ Moyenne.... $+8^{Cal},44$

» On déduit de ces données :

Li solide $+$ Se métallique $=$ LiSe solide......... $+45^{Cal},3$

» 3. *Séléniure de lithium cristallisé*, $LiSe + 9HO$. — Ce corps est à l'état de cristaux incolores, paraissant appartenir au système orthorhombique : ils sont extrêmement altérables à l'air. J'ai obtenu vers $17°$, par la dissolution dans 400^{cc} d'eau de $3^{gr},202$ et $0^{gr},881$ de sel,

$-5^{Cal},92$ $-6^{Cal},28$ Moyenne.... $-6^{Cal},10$

par conséquent

$(LiSe + 9HO)$ solide $+$ Aq $=$ LiSe dissous..... $-6^{Cal},10$. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur quelques sulfates basiques cristallisés.* Note de M. **Athanasesco**, présentée par M. Friedel.

« Les sulfates basiques actuellement connus sont presque tous des corps amorphes et assez instables, car beaucoup d'entre eux se décomposent très facilement même en présence de l'eau froide, et fournissent ainsi d'autres sous-sulfates dont la composition peut varier suivant les conditions de l'expérience. Il m'a semblé intéressant de voir si, en employant un procédé différent de ceux dont on se sert habituellement pour faire ces sous-sulfates amorphes, on arriverait à obtenir quelques sulfates basiques cristallisés et de composition définie. A cet effet, j'ai employé le procédé dont M. Friedel s'est servi pour reproduire artificiellement la brochantite; ce procédé m'a fourni des sous-sulfates très bien cristallisés de cadmium, de zinc, d'alumine, de fer et d'uranium. J'ai obtenu ensuite quelques sous-sulfates de nickel, de cobalt, de mercure et de bismuth par un procédé un peu différent et dont je parlerai tout à l'heure.

» Les corps ainsi préparés ont pour caractères communs d'être insolubles et indécomposables par l'eau; le sous-sulfate d'alumine est insoluble même dans les acides bouillants; tous, excepté celui de mercure, renferment de l'eau, et, dans la majeure partie des cas, cette eau ne se sépare qu'à une température assez élevée, quelquefois au-dessus de 300°, ce qui porte à admettre que cette eau doit être considérée comme eau de combinaison. Voici la description de ces corps :

» Lorsqu'on chauffe en tube scellé entre 200°-250° une solution de sulfate neutre de cadmium ou de zinc contenant environ 3 parties de sel pour 100 parties d'eau, on obtient pour ces deux métaux un sulfate bibasique dont la formule est $SO^4(MOH)^2$, et qui se présentent en fines aiguilles transparentes et incolores appartenant probablement, d'après leurs caractères optiques, celui de zinc, au système orthorhombique, et celui de cadmium, aux systèmes clinorhombique ou triclinique.

» Lorsqu'on chauffe vers 160° seulement une solution de sulfate de zinc contenant environ 25 parties de sel pour 100 parties d'eau et additionnée d'une petite quantité d'oxyde de zinc, on obtient un sulfate tétrabasique $SO^3, 4ZnO, 7H^2O$, qui cristallise en belles lamelles hexagonales très onctueuses et d'une légèreté extrême.

» En chauffant en tube scellé, vers 250°, une solution de sulfate neutre d'alumine (environ 3 parties de sel pour 100 parties d'eau) ou vers 150° une solution de sulfate ferrique (environ 25 parties de sel pour 100 parties d'eau), j'ai obtenu pour ces deux métaux des sulfates basiques ayant des formules analogues, $4SO^3, 3Al^2O^3, 9H^2O$ et $4SO^3, 3Fe^2O^3, 9H^2O$, et cristallisant tous les deux en petits rhomboèdres transparents,

qui ressemblent beaucoup à des cubes; les cristaux de sous-sulfate d'alumine sont incolores, ceux de sous-sulfate ferrique jaune clair.

» En chauffant vers 275° une solution de sulfate ferrique contenant seulement 3 ou 4 parties de sel pour 100 parties d'eau, j'ai obtenu un autre sous-sulfate ferrique sous la forme d'une poudre cristalline brun foncé et ayant pour formule $SO^3, 10Fe^2O^3, H^2O$. Cette poudre n'étant pas très nettement cristallisée, il n'est pas absolument sûr que ce composé ne soit pas un mélange.

» On obtient deux sulfates basiques d'uranyle, un sulfate tribasique $SO^3, 3U^2O^3, 2H^2O$ et un autre tétrabasique $SO^3, 4U^2O^3, 7H^2O$, en chauffant vers 250° une solution de sulfate neutre d'uranyle; pour le premier, cette solution doit contenir environ 3 parties de sel pour 100 parties d'eau, et, pour le second, 15 parties de sel pour 100 parties d'eau. Le premier forme une poudre jaune-citron, composée de cristaux microscopiques, et le second se présente sous forme de croûtes feutrées, d'une couleur jaune grisâtre, composées d'une multitude d'aiguilles microscopiques.

» Pour le nickel, le cobalt, le mercure et le bismuth, ce procédé n'a pu être appliqué tel quel; j'ai été obligé de le modifier légèrement et voici comment. Pour le nickel et le cobalt, j'ai fait bouillir pendant six ou huit heures environ 5gr de sulfate neutre avec 1gr ou 2gr de carbonate du même métal ou avec du carbonate de baryte; j'ai réduit la liqueur à 30cc ou 40cc, j'ai filtré à l'ébullition, et c'est la liqueur filtrée que j'ai chauffée en tube scellé vers 230° ou 240° pour le nickel, vers 200° pour le cobalt; il se produit ainsi pour le nickel une poudre vert clair composée d'aiguilles microscopiques et qui répond à la formule $5SO^3, 6NiO, 4H^2O$, et, pour le cobalt, une poudre confusément cristalline d'un bleu vert, qui répond à la formule $SO^3, 6CoO, 10H^2O$.

» Pour le mercure et le bismuth, j'ai opéré comme il suit : J'ai chauffé vers 250° un mélange de sulfate de sodium pur employé en excès avec le nitrate du métal dissous dans l'eau acidulée par l'acide nitrique; il se forme, dans ces conditions, un sulfate tétrabasique de mercure anhydre $SO^3, 4HgO$, cristallisant en petits rhomboèdres transparents jaune foncé, et, pour le bismuth, une poudre blanche composée d'aiguilles microscopiques et répondant à la formule $2SO^3, 3Bi^2O^3, 2H^2O$ (1). »

---

(1) Ce travail a été exécuté au laboratoire de M. Friedel, à la Sorbonne.

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur quelques arséniates cristallisés.* Note de M. **Coloriano**, présentée par M. Friedel.

« Les procédés dont on s'est servi jusqu'à présent, et que j'ai appliqués successivement dans la préparation des corps que j'ai étudiés, sont au nombre de trois :

» 1° *Procédé de M. Debray.* — Par la digestion d'un arséniate amorphe précipité, avec de l'eau, soit à froid, soit à chaud.

» A froid, par la digestion de l'acide arsénique sur le carbonate de chaux, M. Debray a obtenu la haïdingérite.

» A chaud, par la digestion des arséniates amorphes de manganèse et de zinc, cet éminent savant a obtenu des arséniates de la formule

$$AsO^4(M'', H) + H^2O.$$

» En chauffant en tube clos l'arséniate tricuivrique avec de l'eau ou avec du nitrate de cuivre, M. Debray a obtenu un arséniate naturel : c'est l'olivénite $AsO^4Cu''CuOH$.

» 2° *Procédé de MM. Friedel et Sarasin.* — En chauffant en tube clos, vers 140°, un carbonate avec une solution d'acide arsénique, MM. Friedel et Sarasin ont obtenu, par le carbonate de cuivre, l'olivénite, et avec le carbonate de zinc, l'adamine;

» 3° *Procédé de MM. Verneuil et Bourgeois.* — En chauffant en tube clos un métal et, en particulier, du fer, avec une solution d'acide arsénique concentré, ces chimistes ont obtenu la scorodite $(AsO^4)^2Fe^2 + 4H^2O$.

» Tous ces procédés ont été appliqués dans la préparation des corps que j'ai étudiés, et dont voici la description.

» *Arséniate bibasique de zinc,* $AsO^4ZnH + H^2O$. — Le produit de l'attaque du zinc métallique par l'acide arsénique a été filtré, et la solution filtrée, étant mise en digestion avec de l'eau à l'ébullition, laisse déposer une gelée blanche, qui, par l'action de l'eau, se transforme en un composé très bien cristallisé, en aiguilles blanches; ce même composé a été obtenu, par MM. Debray et Demel, par des procédés différents.

» *Adamine,* $AsO^4(Zn'', ZnOH)$. — Le composé précédent, mis en digestion avec de l'eau à l'ébullition, se transforme en un arséniate plus basique, qui existe dans la nature, l'adamine, trouvée par M. Friedel, et dont la synthèse a été réalisée comme je l'ai déjà indiqué précédemmment.

» *Arséniate bibasique de manganèse,* $AsO^4Mn''H + H^2O$. — Obtenu par la diges-

tion avec de l'eau à l'ébullition, de la liqueur filtrée provenant du traitement du carbonate de manganèse par une solution d'acide arsénique. Il a été obtenu par M. Debray par un autre procédé.

» *Arséniate de manganèse,* $(As^2O^5)^2, 5MnO, 5H^2O$. — Obtenu par la digestion, avec de l'eau à l'ébullition, du composé précédent; il se présente en prismes clinorhombiques.

» *Arséniate de manganèse,* $(As^2O^5)^2, 5MnO, 2H^2O$. — Obtenu en chauffant en tube clos, vers 150°, 1gr de $AsO^4(Mn''H)H^2O$ avec 25cc d'eau. Il se présente en prismes clinorhombiques ou tricliniques.

» *Arséniate neutre de manganèse,* $As^2O^5, 3MnO, H^2O$. — Obtenu en chauffant en tube clos, vers 175°, un excès de sulfate de manganèse avec de l'arséniate trisodique. Il se présente en aiguilles fines marron.

» *Arséniate tribasique de cuivre,* $(AsO^4)^2Cu^3$. — Obtenu en chauffant en tube clos, vers 180°, du cuivre métallique avec un excès d'acide arsénique en solution concentrée. Il se présente en lamelles ou en prismes tricliniques, doués d'un dichroïsme remarquable, bleu et olivâtre.

» *Arséniate bibasique de nickel,* $AsO^4Ni''H + H^2O$. — Obtenu en chauffant en tube clos, vers 160°, du nickel métallique avec un excès d'une solution concentrée d'acide arsénique. Il se présente en cristaux clinorhombiques d'un vert clair.

» *Arséniate de nickel,* $(As^2O^5)^2 5NiO 3H^2O$. — Obtenu en chauffant en tube clos, vers 235°, la liqueur filtrée provenant de la digestion du carbonate de nickel avec un excès d'une solution d'acide arsénique. Il se présente en aiguilles fines d'un jaune paille.

» Dans cette réaction, il se forme en même temps un autre arséniate plus basique dont la composition est $As^2O^5, 3NiO, 2H^2O$, que j'ai séparé par lévigation du précédent.

» Ce dernier se présente en lames hexagonales d'un vert pomme.

» *Arséniate basique de nickel,* $AsO^4Ni''NiOH$. — Obtenu en chauffant en tube clos, entre 235° et 260°, un excès de nitrate de nickel avec de l'arséniate trisodique, tous les deux en solution étendue. Il se présente en prismes hexagonaux vert clair, isolés ou groupés en macles.

» *Arséniate de cobalt,* $(As^2O^5)^2, 5CoO, 3H^2O$. — Obtenu en chauffant en tube clos, vers 235°, la liqueur provenant de la digestion du carbonate de cobalt avec un excès d'acide arsénique en solution. Il se présente en aiguilles d'un rose pâle.

» *Arséniate basique de cobalt,* $AsO^4Co''CoOH$. — Obtenu en chauffant en tube clos, vers 180°, un excès d'une solution de nitrate de cobalt avec de l'arséniate trisodique.

» Il se présente en prismes orthorhombiques, doués d'un dichroïsme remarquable, bleu et violet rouge.

» *Arséniate bibasique de cadmium,* $AsO^4CdH + H^2O$. — J'ai soumis le cadmium métallique à l'action de l'acide arsénique en tube clos vers 200°; le liquide provenant de l'attaque a été mis en digestion avec de l'eau à l'ébullition; au bout d'un quart d'heure on voit se déposer un corps très bien cristallisé en aiguilles blanches.

» *Arséniate d'alumine,* $(AsO^4)^2Al^2$. — Obtenu en chauffant en tube clos, vers 220°, un excès de sulfate d'alumine avec de l'arséniate trisodique. Il se présente en grosses lentilles allongées dans la direction du grand axe et pointues aux bouts.

» *Arséniate mercureux*, $(AsO^4)^2(Hg^2)^3$. — Obtenu en chauffant en tube clos, vers 230°, du mercure métallique, avec une solution concentrée d'acide arsénique. Il se présente en prismes orthorhombiques et jouit de la propriété d'être d'un dichroïsme remarquable.

» *Propriétés générales*. — Tous ces arséniates, excepté les arséniates bibasiques, sont insolubles dans l'eau et difficilement attaquables par les acides; les arséniates basiques hydratés ne perdent leur eau qu'à haute température; elle doit donc faire partie de leur constitution moléculaire (¹). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un camphre nitré et sur ses combinaisons salines et alcooliques*. Note de M. P. CAZENEUVE, présentée par M. Friedel.

« En traitant le camphre chloronitré normal (P. F. 96°) par le zinc, le cuivre, le fer ou par les alcalis en présence de l'alcool aqueux, on le décompose avec formation de chlorure et d'oxyde métallique, ou de chlorure et de chlorate alcalin, en même temps qu'il se forme un véritable sel de camphre nitré uni au métal intervenu :

$$C^{10}H^{14}Cl(AzO^2)O \quad \text{devient} \quad C^{10}H^{14}M(AzO^2)O.$$

» En traitant la combinaison saline par l'acide chlorhydrique, on obtient un camphre nitré qui se comporte comme un véritable acide.

» Pour obtenir le meilleur rendement, on opère de la façon suivante : 25^{gr} de camphre chloronitré au sein de 250^{gr} alcool à 85° sont chauffés au réfrigérant ascendant pendant une demi-heure au contact d'un excès de grenaille de zinc imprégné de cuivre métallique. L'hydrogène dégagé par la pile zinc-cuivre facilite la décomposition.

» Le liquide prend une couleur marron. Il renferme un mélange de nitro-camphre zincique et de nitro-camphre cuprique, avec dépôt d'oxyde de cuivre et d'oxyde de zinc. En agitant le liquide à froid avec un peu de poudre de zinc, on précipite le cuivre; il ne reste plus qu'une solution jaunâtre de la combinaison zincique. On évapore à siccité au bain-marie. On reprend par de l'éther à 65° qui dissout une matière résineuse jaune, le camphre chloronitré qui a pu échapper à la réaction et une trace de nitro-

---

(¹) Ces recherches ont été faites dans le laboratoire de M. Friedel, à la Sorbonne.

camphre zincique. La majeure partie de cette dernière combinaison reste indissoute à l'état de poudre blanche cristalline.

» Cette combinaison zincique, purifiée par cristallisation dans l'alcool, est ensuite décomposée par l'acide chlorhydrique au sein de ce dissolvant et précipitée par l'eau. On obtient ainsi le camphre nitré pur, qui est un corps blanc, mou, qui commence à se ramollir à 97°.

» Vers 150°, il bout et se décompose. Chauffé sur une lame de platine, il s'enflamme avec vivacité; il est soluble dans l'alcool, le chloroforme, l'éther, la benzine.

» Évaporé lentement de ses solutions, il ne cristallise pas. Toutefois, déposé de sa solution benzénique, il est hémicristallin; solidifié après fusion, il a une consistance cireuse. Au bout de quelques mois, il subit une modification physique intéressante. Comme le sucre d'orge, de l'état amorphe, il passe à l'état cristallin.

» Il est lévogyre, pour une solution benzénique à $1^{gr},30$ pour 100; on a

$$[\alpha]_j = -18°,7.$$

Nous avons reconnu ce même caractère aux camphres bromo et chloronitrés, qui ont un pouvoir rotatoire peu éloigné. Mais, chose intéressante, les combinaisons salines du camphre sont fortement dextrogyres. La nicotine fournit une particularité analogue.

» Il semble que la substitution des éléments électropositifs aux éléments électronégatifs dans le camphre nitré modifie considérablement le pouvoir rotatoire. Nous avons trouvé, pour le nitrocamphre zincique,

$$[\alpha]_j = +275°.$$

» L'équation suivante rend compte de la formation du camphre nitré zincique aux dépens du corps chloronitré :

$$2[C^{10}H^{14}Cl(AzO^2)O] + 3Zn + H^2O$$
$$= [C^{10}H^{14}(AzO^2)O]^2Zn + ZnO + ZnCl^2 + H^2.$$

» L'intervention de l'eau est absolument prouvée. La réaction n'a pas lieu au sein de l'alcool absolu. Il se forme constamment de l'oxyde de zinc, du chlorure et de l'hydrogène. Avec le fer ou le cuivre, la réaction est identique : on obtient les produits correspondants.

» Ce nitrocamphre est un véritable acide. Il rougit le tournesol, il décompose les carbonates. Il donne des combinaisons définies avec les métaux et ses sels font la double décomposition.

» Nous avons obtenu des combinaisons zincique, ferrique et cuprique très nettement cristallisées par substitution directe du métal à l'élément électronégatif Cl dans le camphre chloronitré. La combinaison zincique cristallise en tables hexagonales magnifiques au sein de l'alcool appartenant au système orthorhombique. La combinaison ferreuse se présente également sous forme de tables hexagonales; elle est d'un beau rouge grenat. La combinaison cuprique cristallise en petites aiguilles vertes très légères.

» La combinaison zincique, en solution dans l'alcool aqueux, nous a donné, par double décomposition avec les carbonates de potasse et de soude, des combinaisons potassique et sodique magnifiquement cristallisées. Avec l'azotate d'argent, elle nous a donné une combinaison argentique sous forme de petites aiguilles blanches altérables à la lumière.

» Cette combinaison argentique fait la double décomposition à froid avec les iodures de méthyle et d'éthyle et donne un nitrocamphre méthylique et un nitrocamphre éthylique, que nous étudions.

» Nous avons obtenu une combinaison ammoniacale de nitrocamphre incristallisable par combinaison directe. Elle fait la double décomposition avec le chlorure de calcium, en donnant une combinaison calcique qui se dépose cristallisée au sein du liquide en ébullition.

» En traitant le camphre bromonitré par la potasse alcoolique, R. Schiff avait obtenu un camphre nitré peut-être identique avec le nôtre. Il ne paraît pas, dans tous les cas, l'avoir obtenu pur. Il lui donne un point de fusion situé à 83° et lui attribue une fonction phénolique avec la formule de constitution $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}C-AzO^2.\\ \parallel\\ C-OH.\end{array}\right.$

» Il ne donne pas son pouvoir rotatoire. Pour nous, nous admettons dans notre camphre nitré un H voisin de AzO^2, prenant ainsi le caractère acide. Nous reviendrons sur cette question de constitution. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Discussion des réactions de la pilocarpine*. Note de MM. E. Hardy et G. Calmels, présentée par M. Friedel.

« Les faits contenus dans notre Note précédente montrent : 1° qu'il n'existe dans la pilocarpine qu'une chaîne latérale en place β vis-à-vis du noyau de pyridine; 2° que la pyridine est substituée en place α dans cette chaîne (obtention d'un acide β pyridine tartronique par oxydation incomplète); 3° que la chaîne constitue un groupement lactique, la pilocarpine

devenant la triméthylbétaïne correspondant à cet acide. Mais ici se pose une importante question. La pilocarpine est-elle α ou β-alanine? M. Brühl avait déjà pensé à une pareille isomérie en nommant la triméthylalanine ordinaire triméthyl-α-propiobétaïne ; mais MM. Körner et Menozzi ont essayé en vain d'engendrer l'isomère β en partant de la β-alanine de M. Lewkowistch. Toutefois les β dérivés existent dans certains cas, comme le prouve la série suivante :

Bétaïne de M. Brühl. Orthobenzobétaïne de M. Griess. Bétaïnes de M. Hantzsch.

» D'autre part, M. Schützenberger a indiqué, au cours de ses recherches sur les albuminoïdes, qu'on pouvait rencontrer dans la nature des β aussi bien que des α alanines, l'acide aspartique représentant l'un et l'autre prototype; et de fait M. Hartz a rencontré un isomère de l'alanine, l'acide sarcosique.

» 4^{gr} du β pyridine-lactate de baryum sont réunis et distillés; la décomposition n'est pas nette avec le sel sec, parce qu'il s'agit de la destruction d'un carboxyle lactique. Au delà de 140° commence à passer un mélange complexe de bases, l'une soluble, les autres insolubles et mêlées de goudron; elles passent, principalement la première, à 160°, les autres à 180° et au delà. Le distillatum aqueux est agité avec l'éther pour éliminer ces dernières; il retient l'hydroxéthylpyridine cherchée (β Py-CH, OH-CH^3), dont on n'a pas obtenu plus de $0^{gr},4$. Ce corps constitue un fluide visqueux, miscible à l'eau, l'alcool, l'éther qui n'en enlève que peu à la solution aqueuse. Il donne par $PtCl^4$ au sein de l'eau un précipité jaune brun, peu soluble, facilement altérable par la chaleur [$PtCl^4(C^7H^9AzO)^2$]. Ce corps est intégralement soluble dans HCl dilué et la solution amenée à sec abandonne une masse gommeuse se prenant à la longue en un mélange de fines aiguilles et de larges lamelles de chloroplatinate acide. Le chlorhydrate est gommeux. Maintenu en solution alcoolique à 60° avec $AuCl^3$, il donne rapidement un miroir et, récupéré au bout de deux heures de réaction, il donne maintenant par $PtCl^4$ un précipité en solution aqueuse. Le précipité jaune pâle, volumineux, renferme $PtCl^6H^2(C^7H^{17}AzO + H^2O)^2$. Il n'est autre que le chloroplatinate de l'hydrate du β-pyridine méthylcarbonyle, identique à celui de synthèse qui lui a été directement comparé [β Py-C(OH)^2-CH^3]. Le chlorhydate primitif évaporé à l'air plusieurs fois brunit fortement, et l'on sépare alors d'emblée par KOH de l'acide β pyridine-carbonique. Réaction singulière, mais qui s'explique, si l'on connaît les propriétés

spéciales de l'acétone précédente (engendrée d'ailleurs ici primitivement par l'oxydation).

» Ces réactions ne seront pas inutiles à MM. Calmels et Gossin, dans l'étude comparative qu'ils font des bases en $C^8H^{15}AzO$; dans le cas actuel, elles définissent nettement une base hydroxylée (base alcool) secondaire et, par suite, la nature α hydroxylée de l'acide β pyridine-lactique de la pilocarpine, qui termine la démonstration. La réaction qui suit explique au contraire les résultats anciennement obtenus par les auteurs.

» *Jabonine.* — $2^{gr},50$ de pilocarpidine ou de pilocarpine barytiques sont distillés, le résultat final étant le même dans l'un ou l'autre cas. A 170°, sous la pression de $0^m,04$, il a commencé à passer une base volatile, la majeure part passant à 185°-190° pour aller en s'affaiblissant jusqu'à 230°. Sous la pression normale, la base commence à passer à 210°, a son maximum de passage à 235°-240° et continue jusqu'au delà de 250°. Le produit très impur de la distillation est évaporé plusieurs fois à l'air avec HCl fumant pour détruire un corps accessoire qui se colore en rouge avant de se résinifier tout à fait. On purifie la base d'une deuxième portion résinifiable en employant en dernier lieu AzO^3H, au lieu de HCl; puis on distille avec l'eau, pour la purifier tout à fait, la base mise en liberté par KOH. Elle constitue une huile d'odeur fétide, butyreuse et pyridique à la fois; brune, jaune d'or, incolore, suivant qu'on s'arrête dans la purification au traitement à HCl, à AzO^3H, ou seulement à la distillation finale. Le chlorhydrate et l'azotate sont des masses confusément cristallines, très déliquescentes. Ces corps fournissent par $AuCl^3$ et $PtCl^4$ au sein de l'eau seulement quatre précipités très semblables; ils répondent respectivement aux formules

$$AuCl^3, C^9H^{14}Az^2, \quad AuCl^3HClC^9H^{14}Az^2, \quad PtCl^4(C^9H^{14}Az^2)^2, \quad PtCl^6H^2(C^9H^{14}Az^2)^2.$$

Ce sont des précipités amorphes, s'agglomérant facilement au sein de l'eau chaude ou de l'alcool dilué en huiles visqueuses, se concrétant à nouveau au contact de l'eau froide, particulièrement solubles dans l'alcool. Leur série régulière montre que la base est monacide; elle indique dès lors qu'il faut se mettre en garde contre une analogie avec la spartéine, malgré la formule homologue généralement admise pour celle-ci ($C^{15}H^{26}Az^2$). La jabonine a pour formule $\beta\,Py\text{-}CH(CH^3)\text{-}Az(CH^3)^2$.

» Cette base a été obtenue par MM. Kingzett, Poëhl, Harnack et Meyer, qui la rapprochèrent à tort de la conine, dans des conditions qui méritent d'être expliquées. Ces auteurs firent un mélange de pilocarpine et de potasse caustique et ils distillèrent. Ils ont distillé en réalité un mélange de pilocarpine et de pilocarpine potassique se comportant indépendamment; la première donne de la triméthylamine à 150°, la seconde donne au delà de 200° la jabonine, que l'odeur et la coloration rouge signalées plus haut firent comparer à la conine. M. Chastaing a opéré différemment; il fait un mélange plus intime avec potasse en excès; dans ces conditions, la potasse fondante brûle les deux moitiés de la molécule. La triméthylamine n'est

plus représentée que par la di- et la monométhylamine; et le noyau pyridique est lui-même attaqué avec formation d'ammoniaque et d'acide butyrique. Ce fait n'a rien d'anormal; il cadre bien, au contraire, avec ce que l'on sait de la structure de ce noyau.

```
          CH                          CH²
       /  |  \                      /     \
    CH    |    C—COOH          CH³          CH²—COOH
    ||    |    ||         =
..........................    ..............................
    ||    |    ||             CO²           CHO,OH
    CH    |    CH
       \  Az  /                      AzH³
```

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Rôle physiologique du tissu pulmonaire dans l'exhalation de l'acide carbonique.* Note de M. L. GARNIER, présentée par M. Friedel.

« L'oxygénation du sang veineux dans les poumons, sa transformation en sang artériel se comprend très facilement, étant donné que l'oxygène s'y trouve presque en entier combiné à l'hémoglobine ($\frac{14}{15}$ dans les expériences de M. P. Bert) qui s'en empare, alors même que la tension du gaz dans l'air alvéolaire est bien inférieure à celle qu'il possède dans l'air atmosphérique.

» Il n'en est plus de même du dégagement de l'acide carbonique du sang veineux. Outre que sa tension dans l'air du poumon est assez forte (de 5,4 à 3,8 pour 100, suivant les auteurs), il résulterait des recherches de Wolffberg et Nussbaum que la tension du gaz carbonique dans le sang venant du cœur serait à peu près la même que celle du gaz libre dans les alvéoles ; d'ailleurs, M. P. Bert a démontré que, même au contact de l'air pur, le sang veineux ne perd que très lentement son acide carbonique et que l'influence du vide n'accélère le dégagement qu'à de basses pressions. Il s'ensuit que le départ de CO^2 se trouve soumis aux conditions physiques les plus défavorables, et qu'il y a lieu de chercher si une action chimique n'intervient pas pour provoquer ce dégagement au contact de l'air alvéolaire.

» Mes recherches m'ont conduit aux résultats suivants :

» 1° Si l'analyse chimique du poumon ne m'a pas permis d'en extraire un acide déterminé, j'ai du moins constaté sur trois poumons de bœuf et de

mouton très frais que le tissu pulmonaire haché avec de l'eau froide donne, par expression, un liquide qui, bien que mélangé au sang alcalin, est toujours faiblement, mais nettement acide.

» 2° Le tissu pulmonaire rendu exsangue par une injection d'eau distillée dans les vaisseaux, sur des chiens chloroformés, est encore faiblement acide, et cette acidité n'est pas due à l'acide carbonique.

» 3° L'outremer bleu injecté en pulvérisation dans le poumon de cobayes vivants se décolore après un certain temps de séjour dans le parenchyme (vingt-six jours dans mes expériences), qui retient les éléments minéraux de la matière colorante, silice et alumine. Cette décoloration, déjà indiquée par Dressler, ne peut se produire qu'au contact d'un acide fort; la taurine, l'acide carbonique et les bases sont sans action.

» La conclusion est la suivante : il existe dans le tissu pulmonaire un corps à fonction acide, différent de la taurine, auquel doit être attribuée l'action de ce parenchyme sur les réactifs de coloration que j'ai mentionnés. Que ce corps soit ou non l'acide pneumique de Verdeil, que je n'ai d'ailleurs pas retrouvé, le fait de l'acidité du poumon a en lui-même une grande importance physiologique.

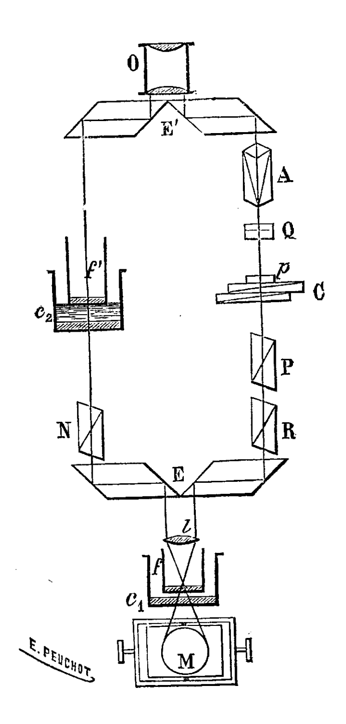
» J'ai dit combien il est difficile d'expliquer par une simple action physique le passage de l'acide carbonique du sang veineux dans l'atmosphère des alvéoles, la tension de dissociation de ce gaz étant contrebalancée en partie, sinon même totalement, par la tension propre à CO^2 qui existe déjà dans les alvéoles; mais, si le tissu pulmonaire est acide, une réaction doit se produire entre cet acide et les combinaisons carboniques du sang veineux, bicarbonate et phosphocarbonate de soude, réaction qui aboutit à la mise en liberté du gaz carbonique, qui acquiert ainsi une tension de beaucoup supérieure à la simple tension de dissociation qu'il possède dans les combinaisons mentionnées. »

PHYSIQUE. — *Sur un chromatomètre, destiné à mesurer la couleur des liquides.* Note de M. **L. Andrieu (de l'Etang)**, présentée par M. C. Wolf.

« L'appareil que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, sous le nom de *chromatomètre universel*, a pour but de définir et de mesurer les couleurs des liquides en leur donnant une expression numérique. La couleur dans les liquides étant une notion complexe qui embrasse l'idée de ton et celle d'intensité, la définition d'un liquide coloré devra simultanément

porter sur la détermination de la *qualité* et de la *quantité* de sa couleur. Pour avoir un colorimètre absolu et non un instrument de comparaison, il est indispensable de se procurer une unité absolue elle-même, un type fondamental. Mais, comme chaque liquide a sa teinte propre, le type, tout en étant unitaire, doit pouvoir varier toujours identiquement à lui-même selon des conditions déterminées et faciles à reproduire identiquement aussi. Ces qualités diverses peuvent se rencontrer dans la polarisation chromatique.

» La comparaison de la teinte du liquide avec le rayon de lumière polarisée qui lui sera similaire donnera la qualité de la couleur. Quant à la quantité, elle sera déterminée par l'épaisseur de la couche considérée au moment même où se fait la comparaison de la teinte avec le rayon chromatique; la quantité pouvant sous de très faibles profondeurs passer dans la pratique pour inversement proportionnelle à l'épaisseur de la tranche observée.



» Comme on le voit par le schéma ci-dessus, l'appareil se compose de deux corps principaux. Celui de droite est destiné à produire le type de comparaison, au moyen de la polarisation de la lumière; celui de gauche, à recevoir le liquide à expérimenter.

» Amassé par un miroir convergent M, un faisceau de lumière diffuse est ramené au parallélisme par une lentille *l*.

» Rencontrant en E deux prismes à réflexion totale, le faisceau se bifurque en deux pinceaux égaux ou du moins pouvant être rendus tels par une opération préalable. Le pinceau de droite traverse deux nicols R, P, faisant ensemble office de polariseurs, rencontre un compensateur de Soleil C avec sa plaque d'équilibre *p*; ensuite un quartz Q, d'épaisseur fixe, passe par un nicol analyseur A et aborde le prisme à réflexion totale E' qui le rapproche de la portion de gauche du faisceau total dont il avait été primitivement séparé. Le pinceau de gauche, émergeant d'un nicol N chargé de l'affaiblir, comme fait pour celui de droite l'appareil de polarisation, traverse le liquide dans une cuve C^2 et un tube plongeur f' à fonds de glace parallèles, et va, par le moyen du prisme à réflexion totale E', se juxtaposer au pinceau de droite, de façon que l'œil perçoive les deux images réunies en un disque commun et amplifiées par l'oculaire O.

» Pour mesurer la couleur d'un liquide, on fait manœuvrer simultanément deux boutons, dont l'un fait tourner l'analyseur, tandis que l'autre, en enfonçant plus ou moins dans la cuve C^2 le tube plongeur f', fait varier en épaisseur les tranches du liquide interposé. Lorsque, après quelques tâtonnements, on est parvenu à égaliser les teintes des deux demi-disques, on lit sur un demi-cercle gradué la qualité de la couleur traduite en degré d'angle et sur une échelle micrométrique la quantité de couleur exprimée en millimètres et en fractions de millimètre.

» Pour que l'instrument reste comparable à lui-même ou à ses semblables, une précaution indispensable à prendre est de le mettre, avant d'opérer, dans des conditions d'éclairage identiques. A cet effet, on supprime momentanément le quartz Q, on décroise les nicols, on relève légèrement le plongeur *f* de la cuve inférieure *c*, pleine de liquide, et l'on parfait l'égalité de teinte des demi-disques en O par une meilleure orientation de l'appareil, par une inclinaison plus convenable du miroir M, pourvu, au moyen d'une crémaillère courbe, d'un mouvement sidéral, et surtout par un déplacement latéral du prisme E, qui, au gré de l'opérateur, introduira, à droite ou bien à gauche, un peu plus de lumière.

» Les fonctions du nicol R, mobile par rapport à celui P, qui est fixe, sont d'obtenir les teintes rabattues de M. Chevreul lorsque certains liquides de couleur peu franche viennent à l'exiger. Au moyen d'une série de quartz Q', Q'', ..., d'épaisseurs combinées comme la série des poids, on pourra amener toutes les teintes. Si l'on n'expérimente que sur un liquide

déterminé, le vin par exemple, on peut supprimer le système compensateur de Soleil et adopter le quartz d'épaisseur fixe, qui, les nicols étant croisés, donne le rouge pur, selon Biot.

» Parmi les nombreuses applications du chromatomètre, on peut citer, en teinturerie, la détermination du pouvoir colorant des matières tinctoriales, leur définition et leur reproduction d'après un type invariable; la fabrication et la comparaison des verres de couleur; dans le commerce des vins, la connaissance de leur coloration exacte, leur identification avec l'échantillon de vin livré comme type, la connaissance des moindres altérations du ton de ces vins dès qu'une maladie ou un ferment commence à les altérer; en Chimie biologique, l'examen de la coloration précise des diverses liqueurs de l'économie, urines, sérum et surtout sang, pour lequel cet instrument constitue un colorimètre sensible et rapide; la fabrication des teintures, extraits, etc., peut tirer d'utiles applications d'un instrument qui donne à la fois, et très exactement, la puissance tinctoriale et définit le ton de la couleur.

» Ajoutons que, par un dispositif du miroir facile à imaginer, on peut espérer arriver à comparer aux couleurs obtenues par le polarimètre celles qui sont réfléchies à la surface des objets colorés. »

ZOOLOGIE. — *Limite de la résistance vitale des Anguillules de la nielle.* Note de M. G. **Pennetier**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Une série d'expériences, poursuivie depuis 1872, m'a permis de fixer la limite de la résistance vitale des Anguillules de la nielle conservées à l'air libre, à l'abri de leur coque.

» Tous les ans, pendant l'été, au mois de juillet ordinairement et par une température de 20° à 25°, je place un certain nombre de grains dans autant de verres de montre, que j'expose sous une cloche à l'action de l'air humide, et, au bout de quelques jours, j'ajoute de l'eau à la température ambiante.

» Après un temps variable, temps d'autant plus long que les grains sont plus âgés, j'ai pu constater jusqu'à ce jour des mouvements, d'abord partiels et douteux, bientôt suivis d'une immobilité momentanée; puis ensuite des mouvements ondulatoires généraux s'effectuant sur place.

» A propos des Anguillules de la nielle, Baker écrivait, en 1753 :

« Lorsqu'elles sont une fois parfaitement sèches et dures, elles paraissent à peu près

à l'abri des altérations ultérieures, pourvu que leurs organes ne soient ni brisés, ni dilacérés; dès lors, n'est-il pas possible qu'elles soient rendues à la vie, même au bout de vingt, de quarante, de cent ou d'un nombre quelconque d'années, à condition que leurs organes soient conservés intacts? L'expérience future peut seule répondre à cette question (1). »

» Needham qui, en 1743, découvrit les Anguillules de la nielle, constata également leur réviviscence au bout de deux années.

» Baker renouvelant en 1747, puis en 1771, l'expérience de Needham sur les grains recueillis par ce dernier et conservés au sec depuis 1743, vit encore les Anguillules revivre au bout de vingt-huit ans. Cette observation, la plus longue que l'on connaisse, méritait confirmation.

» Depuis Baker, Bauer observa la faculté de réviviscence durant cinq ans et huit mois, temps après lequel les Anguillules la perdirent; puis, dans une deuxième série d'expériences, pendant six ans et un mois.

» De son côté, Davaine constata qu'elle n'était pas encore éteinte au bout de quatre années :

« Je possède, dit-il (2), des grains qui ont été récoltés il y a quatre ans et dont les Anguillules retrouvent, toutes, le mouvement et la vie lorsqu'on les laisse une journée dans l'eau. »

» Mais il n'assigna aucun terme à leur résistance vitale :

« Les larves desséchées gardent, ajoute-t-il, pendant un nombre d'années encore *indéterminé*, la faculté de revivre. »

» Profitant d'une occasion qui avait mis à ma disposition une notable quantité de grains niellés, j'ai voulu à mon tour répéter l'expérience.

» Depuis 1872 (époque où la nielle, inconnue jusqu'alors dans le département de la Seine-Inférieure, y sévit avec une certaine intensité), ces grains sont conservés au sec dans mon laboratoire du Muséum de Rouen et, chaque année, six ou huit sont mis en expérience.

» Le phénomène de réviviscence se renouvelle chaque fois depuis deux ans avec moins d'intensité; il était devenu à peine sensible l'année dernière, et mes dernières observations, faites du 2 juillet au 13 juillet 1886, m'ont donné des résultats absolument négatifs.

---

(1) Henri Baker, *Employment for the microscope,* 2e édit. London, 1764, in-8°, Part II, p. 255 (1re édition, 1753).

(2) Davaine, *Recherches sur l'Anguillule du blé niellé, considérée au point de vue de l'Histoire naturelle et de l'Agriculture,* 1856.

» Je me trouve donc autorisé à conclure que les Anguillules de la nielle, conservées et traitées dans les conditions ci-dessus énoncées, gardent pendant quatorze années la faculté de réviviscence, mais ne dépassent pas cette limite. »

ZOOLOGIE. — *Sur la* sécrétion lactée *du jabot des Pigeons en incubation.* Note de MM. **Charbonnel-Salle** et **Phisalix**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Le phénomène, découvert par Hunter chez les Pigeons, d'une sécrétion œsophagienne destinée à nourrir les jeunes, n'a pas été jusqu'ici l'objet de recherches approfondies. Dans ses Leçons sur les liquides de l'organisme, Cl. Bernard compara cette sécrétion à celle du lait chez les Mammifères et l'attribua à une prolifération très active de l'épithélium du jabot, dont les cellules accumulent de la graisse et se détachent pour constituer la matière alimentaire. Cependant, plusieurs auteurs classiques considérant cette production comme due à des glandes, nous avons cherché à déterminer le siège, la durée et le mécanisme de cette sécrétion.

» La structure du jabot à l'état normal, comparée à celle du même organe en pleine lactation, est si différente qu'il est impossible, à première vue, de voir comment s'est effectuée la transformation. Il est donc nécessaire de suivre toutes les phases du phénomène.

» Le jabot du Pigeon présente deux poches latérales très développées, séparées par une partie médiane, de structure et d'aspect différents. La muqueuse de ces poches, siège exclusif de la sécrétion, est tapissée par un épithélium stratifié ressemblant à celui de la peau et, comme celui-ci, offrant trois couches ordinairement d'égale épaisseur. La couche profonde, reposant sur le tissu conjonctif sans membrane basale, est composée de cellules très serrées dont les noyaux elliptiques à grand axe vertical semblent plongés dans une masse protoplasmique commune. La couche moyenne est formée de cellules polyédriques nettement limitées, à noyaux arrondis rappelant la couche de Malpighi.

» Les noyaux de ces deux couches sont vésiculeux et souvent pourvus de deux nucléoles. Enfin, les cellules de la couche superficielle ou cornée, aplaties et lamelleuses, sont le siège d'une exfoliation constante.

» Cette structure ne diffère pas essentiellement de celle déjà décrite par M. Ranvier dans l'œsophage des Oiseaux; mais le fait important et nou-

veau que nous voulons signaler, c'est la disposition des vaisseaux dans cette muqueuse. Les dernières ramifications vasculaires, après avoir formé un premier réseau à mailles très larges dans le tissu conjonctif, envoient vers l'épithélium de nombreux capillaires aboutissant à un réseau *sous-épithélial;* de celui-ci se détachent des ramifications verticales qui vont constituer, à la limite des couches profonde et moyenne, un réseau *intra-épithélial.*

» La région médiane du jabot se distingue par la pauvreté de son réseau capillaire, ainsi que par son épithélium à noyaux arrondis, très petits, n'offrant aucun signe de division, et à couche superficielle presque homogène, sans indice d'exfoliation.

» L'existence d'un réseau intra-épithélial très riche, localisé dans les poches latérales, est évidemment en rapport avec leurs fonctions spéciales.

» Il n'existe aucune glande dans toute l'étendue du jabot. C'est seulement au pourtour de l'orifice inférieur qu'apparaissent des *glandes aquipares* formant des bourrelets saillants disposés symétriquement par paires rayonnant autour de cet orifice. Ces glandes, que nous étudierons dans un Mémoire plus étendu, n'ont aucun rapport avec la fonction qui nous occupe.

» La muqueuse des poches latérales offre, à l'état normal, des plis peu marqués et non permanents, en rapport avec la distribution des gros vaisseaux. C'est au niveau de ces plis qu'apparaissent, vers le huitième jour de l'incubation, les premières modifications histologiques dans la couche profonde de l'épithélium. Les cellules s'y multiplient activement au voisinage des capillaires; il en résulte des bourgeons épithéliaux correspondant chacun à une maille de capillaires et s'enfonçant de plus en plus vers la couche conjonctive. Au moment de l'éclosion, l'épithélium présente une épaisseur trois à quatre fois plus grande. Au centre de ces bourgeons, on voit une traînée de cellules hypertrophiées et remplies de graisse, poussées vers l'extérieur par la prolifération des cellules pariétales. Ainsi se constitue une formation extemporanée, rappelant le type d'une *glande simple* en cul-de-sac. Un tel développement de bourgeons épithéliaux accroît démesurément la surface de la muqueuse, et les plis normaux s'accentuent tellement qu'ils s'accolent les uns aux autres, déterminant ainsi de profondes dépressions où tout un groupe de glandes simples déversent leurs produits : ce groupe, avec son canal excréteur artificiel, prend ainsi l'aspect d'une *glande composée.*

» C'est dans ces canaux excréteurs, nécessairement anfractueux, que s'accumulent les cellules en blocs polyédriques. Ces blocs cellulaires, d'aspect caséeux, sont l'aliment que mâles et femelles donnent à leurs jeunes. On y reconnaît, sur des coupes minces, les cellules déjà décrites, avec un noyau arrondi, entouré de nombreuses sphérules graisseuses et formant, par pression réciproque, une masse continue à disposition concentrique.

» Ce phénomène tout spécial d'une sécrétion de cellules épithéliales modifiées se continue bien au delà des limites (trois à quatre jours) que lui ont assignées les auteurs.

» C'est ainsi que, plus de quinze jours après l'éclosion, la surface interne des poches latérales présente encore, même à l'œil nu, les modifications caractéristiques et continue, jusqu'au vingtième jour environ, à sécréter la matière alimentaire.

» En dehors de la finalité physiologique, aucun des caractères anatomiques et chimiques de cette production épithéliale n'autorise à la comparer à la sécrétion lactée des Mammifères (1). »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Recherches sur la structure du cerveau des Myriapodes*. Note de M. G. **Saint-Remy**, présentée par M. H. de Lacaze-Duthiers.

« La structure interne du cerveau des Myriapodes n'a été étudiée jusqu'ici que très sommairement, dans deux espèces : par Mason, chez le *Cermatia forceps*, dans une courte Note où il indique simplement la disposition des principaux groupes cellulaires, et par Sograff dans son travail sur l'anatomie du *Lithobius forficatus*. J'ai fait quelques observations sur de petites espèces, mais je n'ai jusqu'ici obtenu de résultats complets que chez le *Scolopendra morsitans* dont M. de Lacaze-Duthiers a eu l'obligeance de me faire envoyer quelques échantillons de son laboratoire de Banyuls.

» Le *cerveau* de la *Scolopendra morsitans* est constitué de la façon suivante : vu d'en haut, il semble formé de deux lobes transversaux piriformes, appuyés l'un contre l'autre par leur base sur la ligne médiane; leur extrémité représente le lobe optique et fournit les nerfs optiques; ces deux lobes se continuent en dessous, de chaque côté de la ligne médiane, avec

(1) Travail du Laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Besançon, commencé à la Faculté de Lyon.

une masse allongée transversalement, qui se renfle fortement en avant pour former les deux lobes antennaires, et qui donne naissance, en arrière, à ses angles externes, aux commissures œsophagiennes; la portion moyenne de cette masse est très courte et libre de toute relation avec la masse supérieure du cerveau : elle figure une épaisse commissure transversale, d'où part le nerf viscéral impair médian.

» Le cerveau est formé principalement de substance médullaire. Les cellules forment des couches corticales qui revêtent sa face supérieure, les lobes optiques et la face interne des lobes antennaires; une bande cellulaire étroite descend le long du sillon peu profond qui sépare, en arrière, les deux moitiés de l'organe; les cellules de la face interne des lobes antennaires se continuent un peu à la face inférieure du cerveau et revêtent la grosse commissure transversale postérieure.

» Sur une très faible étendue du bord antérieur de la face supérieure de chacun des lobes cérébraux, la substance médullaire n'est pas recouverte par des cellules, et, en ce point, elle constitue une formation qui se colore fortement par l'acide osmique. Cette formation comprend une portion principale superficielle, nettement limitée en avant, se confondant graduellement en arrière avec la substance médullaire environnante; cette portion se prolonge en bas par un pédicule, qui se coude brusquement en dedans pour aller s'éteindre un peu avant la ligne médiane. Il m'a été impossible de découvrir quels sont les relations exactes et le rôle de cette formation, qu'on ne peut comparer à aucune des pièces du cerveau des Insectes. Elle n'a pas été signalée par Sograff qui, d'ailleurs, ne paraît pas avoir employé l'acide osmique, et les coupes que j'ai faites sur le cerveau de petites espèces sont malheureusement insuffisantes pour me montrer si elle y existe aussi.

» Le *lobe optique*, séparé du cerveau par un étranglement de substance médullaire dans lequel s'enfoncent les couches cellulaires, n'offre rien de particulier dans sa structure; sa substance médullaire envoie à sa pointe externe un prolongement unique, qui traverse la couche cellulaire corticale pour donner naissance aux nerfs.

» Le *lobe antennaire* est volumineux, de même que le faisceau de nerfs qui en sort à son extrémité. Il offre la même structure que chez les Insectes. On voit en effet, à sa périphérie, ces amas de substance médullaire identiques à ceux qui se trouvent isolément à l'origine des nerfs (*Punktsubstanzballen*) et qui ont été nommés dans le cas particulier *balles antennaires* (Dietl), *corps olfactifs* (Flögel). J'ai pu les observer également chez le

Lithobius forficatus. De la base de ce lobe, partent deux petits nerfs, un supérieur et un inférieur, qui rejoignent la masse des faisceaux antérieurs : ce sont probablement des faisceaux moteurs.

» A leur entrée dans le cerveau, les fibres des *commissures œsophagiennes* s'épanouissent; les unes suivent sa face inférieure et vont jusqu'au lobe antennaire, les autres s'irradient dans les lobes supérieurs. D'autres se portent horizontalement en dedans, dans la commissure transversale inférieure de la substance médullaire, de laquelle se détache sur la ligne médiane le nerf viscéral.

Le tissu conjonctif forme un névrilemme général épais et un névrilemme interne délicat, enveloppant la substance médullaire. Ces deux névrilemmes envoient l'un vers l'autre des prolongements dont les ramifications forment les enveloppes des cellules nerveuses. Le système trachéen est fortement développé. Les trachées pénètrent sous forme de gros troncs aux points de sortie des nerfs, et se ramifient abondamment.

» En résumé, le cerveau des Myriapodes a une constitution particulière assez simple; comme l'a déjà indiqué Mason, il se rapproche plus de celui des Insectes que de celui des Crustacés. Les observations que j'ai faites sur le Scorpion et quelques Aranéides me permettent d'ajouter qu'il s'éloigne également du cerveau des Arachnides ».

BOTANIQUE FOSSILE. — *Recherches sur la végétation miocène de la Bretagne.* Note de M. **Louis Crié**, présentée par M. Chatin.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les premiers résultats de mes recherches sur la végétation miocène de la Bretagne. Les impressions de plantes provenant des argiles des Brûlais (Ille-et-Vilaine) consistent surtout en feuilles et en fruits qui ont été entraînés au fond des eaux où se formait le dépôt. Telle que nous la connaissons aujourd'hui, cette flore tongrienne renferme deux groupes juxtaposés de végétaux; d'un côté, sont des empreintes de *Myrica*, de *Myricophyllum*, de *Palæodendron* à feuilles polymorphes allongées, coriaces et dentées épineuses; de l'autre, des vestiges de Saules et d'Ormes qui semblent moins répandus que les éléments de la première catégorie. La localité des Brûlais m'a offert une série de feuilles qui, par la consistance, la raideur, la forme, les dents épineuses et la nervation de leur limbe, font partie du même groupe que les *Myricophyllum* des gypses d'Aix et de Gargas et des calcaires marneux de Saint-

Zacharie (Var) [1]. Le genre *Myricophyllum* Sap. renferme plusieurs formes qui ont été signalées dans quelques localités de l'Europe miocène, sous les noms de *Myrica*, de *Banksia*, de *Dryandroïdes*, etc. L'espèce polymorphe des Brûlais, que je nommerai *Myricophyllum armoricum*, se range naturellement à côté du *M. zachariense* Sap., dont l'analogie avec le *M. æthiopica* est évidente, soit par le dessin de la nervation, soit par la forme du limbe. La disposition des dents marginales, allongées et inégales, rattache plus étroitement encore le *Myricophyllum armoricum* au *Myrica serrata*, plante du cap de Bonne-Espérance.

» J'ai observé, dans les couches miocènes d'Ille-et-Vilaine, d'assez nombreuses empreintes qui marquent l'existence d'un Myrica (*M. rhedonensis*), analogue au *M. gracilis* Sap., de Saint-Jean-de-Garguier. Les ponctuations résineuses des Myrica sont faciles à observer sur plusieurs de nos exemplaires. D'autres feuilles, caractérisées par la forme elliptique de leur limbe, qui est atténué inférieurement et incisé-denté au sommet, retracent, par ce mode de dentelure, celui des *Myrsine* du type *retusa*. L'espèce des Brûlais, pour laquelle j'ai réservé le nom de *Myrsine Saportana*, ressemble au *Myrsine subincisa* Sap. des gypses de Camoins-les-Bains. Aux plantes miocènes d'Ille-et-Vilaine qui précèdent, il convient d'ajouter les *Palæodendron* Sap. Ces végétaux sont reconnaissables à leurs feuilles allongées, entières, fermes, coriaces, finement réticulées et à nervures obliques. Leur nervation présente une grande analogie avec celle de plusieurs Protéacées appartenant aux genres *Leucadendron*, *Leucospermum*, *Hakea*, *Xylomelum*. Notre plante (*Palæodendron rhedonense*) est remarquable par ses petites feuilles linéaires et par son réseau d'une grande finesse. Elle se rapproche particulièrement du *Leucadendron scolymus*, du Cap. Les *Daphnogene*, les *Myrtophyllum*, les *Ulmus*, les *Salix*, les *Callitris*, les *Pteris* se montrent dans les argiles des Brûlais. Les Palmiers (*Flabellaria armorica* Crié) y ont aussi laissé des traces incontestables de leur existence [2].

» Cette Note est une indication des premiers types de la végétation miocène de la Bretagne. La présence caractéristique des *Myricophyllum*, *Myrica*, *Myrsine*, *Palæodendron* et des Légumineuses à folioles maigres, petites et de consistance coriace, semble annoncer une exposition sèche et chaude. Les

---

(1) G. de Saporta, *La végétation du sud-est de la France à l'époque tertiaire* [*Annales des Sciences naturelles* (*Botanique*), 4e série, t. XIX; Paris, 1863].

(2) L. Crié, *Contribution à l'étude des Palmiers miocènes de la Bretagne* (*Comptes rendus*, mars 1886).

arbustes et les plantes sous-frutescentes dominaient vraisemblablement dans la localité tongrienne, d'où proviennent ces empreintes végétales. »

GÉOGRAPHIE. — *Sur les masses pittoresques de rochers dont l'ensemble a reçu le nom de* Montpellier-le-Vieux (*Aveyron*). Note de M. **E.-A. Martel**, présentée par M. F. Perrier. (Extrait.)

« Montpellier-le-Vieux est une sorte de ville de rochers, sculptée par les eaux sauvages, ruinée par les érosions. Elle est située à 12^{km} de Millau (Aveyron), sur le rebord du Causse-Noir, à 800^{m} d'altitude, à 400^{m} au-dessus de la vallée de la Dourbie, entre le village de la Roque-Sainte-Marguerite et le hameau de Maubert. Bien qu'elle couvre un espace total de 1000^{ha}, son existence n'est connue que depuis trois ans à peine.

» Que l'on se représente un massif de roches isolées, hautes de 60^{m} à 80^{m}, tellement semblables à des donjons crénelés que leur ensemble a été appelé *la citadelle;* autour de ce massif, cinq dépressions ou enceintes, profondes de 100^{m} à 124^{m}, creusées à la surface du Causse-Noir, figurant ici un amphithéâtre, là une nécropole, plus loin une place d'armes, ailleurs un quartier de ville tiré au cordeau, avec des obélisques, des portes, des cénotaphes, des carrefours et des rues droites, qui évoquent à chaque pas le souvenir de Pompéi, de Karnac ou de Persépolis : le tout, d'une surface de 200^{ha} environ, enfermé dans une circonvallation rocheuse qui, de l'extérieur de la vallée de la Dourbie, a l'aspect d'une muraille continue, haute de 100^{m} à 150^{m}; sur les talus qui soutiennent cette muraille, des rochers éboulés jusqu'au fond des ravins tributaires de la Dourbie et servant de fossés à la place forte; au delà de ces ravins, enfin, plusieurs groupes de rocs ruinés constituent une sorte de ceinture de forts détachés, portant à 1000^{ha} la superficie de Montpellier-le-Vieux.

» C'est en 1883 seulement que MM. de Barbeyrac et Louis de Malafosse révélèrent Montpellier-le-Vieux, entrevu déjà par eux et par MM. de Riencourt et Joseph de Malafosse dès 1880.

» ... En 1884 et 1885, j'ai fait l'exploration complète et levé le plan topographique à $\frac{1}{10000}$ de Montpellier-le-Vieux. J'ai l'honneur de présenter ce plan à l'Académie, à l'appui de cette Note.

» Géologiquement aussi, Montpellier-le-Vieux présente un véritable intérêt : nulle part on ne saurait rencontrer une manifestation plus éclatante de la puissance des érosions; les sites analogues du Bois de Païolive (Ar-

dèche) et de Mourèze (Hérault), les cheminées des Fées de Saint-Gervais, les *Erdpyramiden* de Bozen, les Aiguilles de la vallée des Saints, près Boudes (Puy-de-Dôme), sont de proportions bien plus réduites et ne couvrent pas une surface pareille à celle des forêts de colonnes et de tours taillées ici par les torrents.

» Montpellier-le-Vieux est tout entier compris dans une zone de dolomie (1) sableuse, fort peu homogène et très friable; l'inclinaison de cette zone, épaisse de plus de 150^m, a dessiné du nord au sud en général la ligne d'écoulement des eaux; le ruissellement a enlevé dans ce sens les parties les moins cohérentes de la roche: ainsi se sont formés les rues, les corniches, les ogives, etc., tandis que les noyaux plus compacts de la masse s'isolaient en longues murailles rectilignes.

» Ce n'est pas une petite surprise que de ne plus rencontrer maintenant une seule source dans ces enceintes, où les eaux ont édifié et ciselé tant de singuliers monuments. »

M. **Bagge** adresse, de Carlskrona (Suède), des Tables de la Lune et du Soleil.

M. **Ch. Moussette** adresse une Note sur un météore lumineux, ayant l'aspect d'une aurore boréale diffuse, qu'il a observé le 22 juillet au soir.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

A. V.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 juillet 1886.

Association française pour l'avancement des Sciences. Compte rendu de la 14e session. Grenoble, 1885, seconde Partie, Notes et Mémoires. Paris, au Secrétariat de l'Association, 1886; in-8° relié.

---

(1) Bajocienne ou bathonienne, on ne sait au juste à cause de l'absence de fossiles, mais en tous cas entre le toarcien et l'oxfordien.

BRACQUEMOND. *Du dessin et de la couleur*. Paris, G. Charpentier, 1885; in-12.

La Photographie des débutants, procédé négatif et positif; par M. LÉON VIDAL. Paris, Gauthier-Villars, 1886; in-12.

Traité de Pathologie interne; par le Dr A. STRUMPELL, traduit de l'allemand par le Dr J. SCHRAMME; t. II, deuxième Partie. Paris, F. Savy, 1886; in-8°.

Affaiblissement de la natalité en France. Ses causes et ses conséquences; par le Mis DE NADAILLAC. Deuxième édition. Paris, G. Masson, 1886; in-12. (Présenté par M. le baron Larrey.)

La question des morues rouges. Étude d'hygiène alimentaire; par le Dr E. MAURIAC, Bordeaux, G. Gounouilhou, 1886; br. in-8°.

Recherches physiologiques sur le cœur des Gastéropodes pulmonés; par M. J. RICHARD. Clermont-Ferrand, impr. Mont-Louis, sans date; in-8°. (Extrait de la *Revue d'Auvergne.*)

Mémoires de la Société des Sciences naturelles et archéologiques de la Creuse; deuxième série, t. I. Guéret, impr. Amiault, 1882-1886; in-8°.

Ministère du Gouvernement. Bureau de statistique générale. Annuaire statistique de la province de Buenos-Ayres, publié sous la direction du Dr R. CONI. Troisième année, 1883. Édition en français. Buenos-Ayres, 1885; in-8°.

1885, t. I. *Annales de l'Institut météorologique de Roumanie; par* STEFAN C. HEPITES. Bucuresci, 1886; in-4°.

Publications of the Leander Mc Cormick observatory of the University of Virginia; vol. I, Part 2 : *Tail of comet* 1882 II. University of Virginia, 1886; in-8.

Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg i. Pr. Sechsund-zwanzigster Jahrgang, 1885. Königsberg, Koch et Reimer, 1886; in-4°.

Zur Theorie der unipolaren Induction; von E. HOPPE. Leipzig, impr. Metzger et Wittig, 1886; br. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 AOUT 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉODÉSIE. — *Sur les rapports de la Géodésie avec la Géologie* (1).
Note de M. **H. Faye.**

« Quelques personnes m'ayant demandé de préciser les contradictions géodésiques que M. de Lapparent a signalées récemment, je demande à l'Académie la permission de revenir une dernière fois sur ce sujet.

» Les géodésiens, on le sait, déterminent la figure de la Terre par les procédés les plus directs, en combinant leurs triangulations avec les mesures astronomiques qui donnent en chaque point la direction de la verticale. Ces immenses travaux, exécutés dans toutes les parties du monde avec une admirable précision, assignent à la Terre la figure d'un ellipsoïde de révolution légèrement aplati. Ils sont d'ailleurs indépendants de toute hypothèse sur la constitution du globe.

(1) Suite de la Note du 12 juillet.

» Il y a quelques années, des géomètres ont envisagé ce sujet à un tout autre point de vue. Si l'on connaissait la répartition des masses dans le globe terrestre, on pourrait en déduire le potentiel et par suite l'équation d'une quelconque de ses surfaces de niveau, par exemple de celle qui doit coïncider sensiblement avec la surface des eaux tranquilles. Sans doute que nos connaissances positives, directes, sur cette constitution ne vont pas au delà du fond des mers; mais, à ne considérer que cette mince couche qui comprend à la fois les continents et les bassins océaniques, si irrégulièrement distribués, on a pensé, non pas comme les géomètres du temps de Laplace ou de Bessel que le géoïde devait s'écarter sensiblement de la figure des géodésiens, mais que l'erreur devait être énorme.

» Pour appuyer cette conjecture, voici, à peu près, comment on a procédé. Sur une sphère homogène de densité 5,55, ayant pour surface le fond des mers et représentant toute la masse inaccessible du globe, on pose de minces couches continentales de densité 2,5 et de hauteur connue; puis on remplit les bassins intermédiaires avec de l'eau dont la densité sera 1. Au potentiel de la sphère intérieure, immédiatement calculable, on ajoute celui de cette mince enveloppe discontinue de 3000^m à 4000^m d'épaisseur. Grâce à des simplifications sur lesquelles il est inutile d'insister, on en déduit les ordonnées de la dernière surface de niveau. Sur la zone équatoriale, par exemple, on trouve ainsi, au large, dans les mers, les fameuses dénivellations de 1^{km} dont on a tant parlé (¹).

» Il n'y aurait rien à objecter à ce curieux calcul s'il s'agissait simplement de faire apprécier l'influence que les continents et les mers exercent, à eux seuls, sur la figure du globe terrestre. Il a l'avantage de montrer que, pour opérer la compensation qui, dans la réalité, fait évanouir ces déformations en ramenant la Terre à une figure de révolution, il faut qu'il y ait, dans l'intérieur inaccessible du globe, une assez forte influence que les mesures et les calculs géodésiques seraient d'ailleurs impuissants à déterminer. Mais on ne comprend plus comment les savants auteurs de ces calculs y ont vu la preuve que la Terre *ne peut pas être un ellipsoïde de révolution* et que tous les travaux des géodésiens sont grossièrement en

---

(¹) D'autres géomètres ont cru trouver dans les mesures du pendule, en pleine mer, sur des îlots, une vérification de cette énorme dépression kilométrique. Le pendule donne là, en effet, des intensités un peu trop fortes de la pesanteur; mais j'ai montré, dans les *Comptes rendus* du 22 mars, que ces anomalies tiennent simplement à l'oubli d'une correction indispensable.

erreur ([1]). Il faut, pour cela, qu'ils aient oublié l'hypothèse qui leur sert de point de départ, hypothèse qui consiste, au fond, à réduire *tout* ce qui se trouve au-dessous du bassin des mers à un sphéroïde homogène ou composé de couches homogènes. On me répondra peut-être qu'il est impossible de tenir compte de la distribution de ces matériaux, puisqu'ils sont situés à des profondeurs inaccessibles; que, d'ailleurs, la question est au fond indéterminée, car ces matériaux pourraient être distribués d'une infinité de manières sans que la surface terminale en fût altérée. Soit, mais alors le calcul susdit est sans portée si l'on prétend en tirer le moindre argument contre le fait fermement établi par les géodésiens.

» Nous allons voir que, si, au lieu de déclarer *a priori* qu'il est impossible de rien connaître sur les couches qui dépassent le fond des mers, on consulte une Science qui pénètre un peu plus avant dans le globe terrestre, je veux parler de la Géologie, cette indétermination disparaît avec la contradiction qu'on veut élever entre des calculs purement hypothétiques et la réalité.

» D'abord, la Géologie nous apprend que la Terre est en très grande partie, à moins de $\frac{1}{200}$ près de sa masse, à l'état de fusion ignée, et que si, personnellement, nous ne pénétrons guère au delà des galeries de nos mines, il suffit de considérer les produits de la vulcanicité pour s'assurer que les couches situées au-dessous de la croûte solide présentent, par tout le globe, une remarquable uniformité. Et comme, d'ailleurs, la fluidité de la masse interne, qui dure depuis des millions d'années, a dû permettre à ses parties de se ranger suivant l'ordre des densités, on conclura que la répartition des masses internes dont il est ici question doit être cherchée non loin de la surface, mais plus profondément que le fond des océans.

» En outre, le géologue recueille des échantillons des couches situées à la base de l'écorce terrestre; il sait en déterminer le point de fusion, le refroidissement, et l'accroissement de densité dû aux changements de structure moléculaire. Un de nos savants géologues, M. Delesse, a pu ainsi calculer, sans trop de hardiesse, de combien le rayon de la Terre a

---

([1]) Ces assertions, avancées par des géomètres distingués, ont fait une telle impression qu'un savant américain disait dernièrement, dans un discours public, qu'il était fâcheux que la figure et les dimensions de la Terre ne fussent pas assez bien connues pour permettre aux astronomes de réduire exactement les observations de la Lune! En effet, *un kilomètre d'erreur* dans la distance de l'observateur au centre de la Terre introduirait une erreur de $0'',5$ dans la parallaxe horizontale de notre satellite.

dû diminuer par le seul fait de la cristallisation de son écorce. Ce sont là des données sérieuses sur des couches inaccessibles au géomètre et au géodésien.

» Mais ces données seraient insuffisantes si la même Science ne venait éclairer le mode de formation de cette écorce. La Géologie montre que, dans toutes les régions continentales du globe, la température croît de 1° par 30^{m} de profondeur. A 6000^{m}, elle serait de plus de 200°. Les sondages des marins nous ont appris que dans les mers la température décroît au contraire : à 6000^{m} on trouve 0°, au lieu de 200°. Donc le refroidissement continuel de la Terre va plus vite et plus profondément sous l'Océan que sous les continents, et comme cet effet dure depuis des millions d'années, la croûte terrestre est plus épaisse et plus dense sous le premier que sous les seconds (1). Dès lors la distribution des masses se dessine avec netteté dans la croûte terrestre elle-même. Le défaut d'attraction des mers est compensé, juste au-dessous, par la prédominance d'attraction d'une couche plus épaisse et plus dense, tandis que l'excès d'attraction d'un continent est compensé, juste au-dessous, par la faiblesse d'attraction d'une couche plus mince.

» Le calcul susdit devrait donc être repris sur d'autres bases. Au lieu de considérer uniquement l'attraction des parties continentales et celle des mers, il faudrait faire entrer en ligne de compte, sous les mers, l'excès d'attraction de la couche solide sous-jacente, sous les continents, le défaut d'attraction de couches non encore refroidies et solidifiées. Sans doute, dans un calcul sérieux, il y aurait lieu d'introduire certaines inconnues, à savoir l'épaisseur de ces couches solidifiées et la variation des densités avec

---

(1) Cet abaissement de température à 0° ou à — 1° a lieu pour les mers en communication avec les pôles; mais la loi du refroidissement sous-marin de la croûte terrestre est bien plus générale : elle dépend avant tout des courants verticaux de convection, ascendants et descendants, qui s'établissent si aisément, sur place, dans une nappe liquide soumise au refroidissement. C'est ainsi que, même dans une mer fermée, la température va toujours en décroissant avec la profondeur et répond, au fond, non plus à celle de la glace fondante, mais à peu près à celle de l'hiver dans la région considérée. Alors, au lieu d'une différence de 200° à — 1° entre la chaleur continentale et la chaleur sous-marine, vers 6000^{m} de profondeur, on a une différence de 200° à 15° ou 20° dans les régions les plus chaudes. Cela suffit amplement pour déterminer, dans l'écorce même du globe, une rapidité de refroidissement bien plus grande sous les mers que sous les continents. Cette loi est donc générale et a eu lieu à toutes les époques, même à celle où les froids polaires étaient moins marqués qu'aujourd'hui.

la profondeur; mais ces inconnues devront satisfaire à une condition étroite, celle d'identifier la figure du géoïde avec celle d'un ellipsoïde de révolution dont les éléments sont parfaitement connus aujourd'hui.

» Ce n'est pas tout. De ce fait que l'épaisseur de la croûte sous-marine va en croissant plus vite que celle des continents, il résulte que la première exerce constamment sur le noyau liquide un excès de pression qui se transmet en tous sens dans la masse entière et qui, par sa réaction, soulève peu à peu les parties les plus résistantes, c'est-à-dire les parties déjà émergées. De là les forces géologiques qui ont successivement façonné le relief visible de la Terre. Et puisqu'à chaque époque la compensation susdite a dû s'établir spontanément par le même artifice, il en résulte que la surface mathématique du globe, le géoïde en un mot, a toujours conservé à peu près la même figure. C'était, avant l'encroûtement, un ellipsoïde de révolution aplati : il est resté tel jusqu'à notre époque.

» Ainsi l'alliance de ces deux Sciences aboutit à cette loi remarquable de la constance de la figure mathématique de la Terre à travers toute la série des phénomènes géologiques, et elle nous permettra tôt ou tard, lorsque les données du calcul seront mieux connues, de nous faire une idée nette de l'épaisseur de la croûte solide qui la recouvre actuellement.

» Le débat qui s'est élevé depuis quelques années tient donc à ce que la Géométrie, réduite à ses seules ressources, ne saurait traiter complètement le problème qu'elle s'était posé. Il lui faut recourir aux autres Sciences qui vont un peu plus profondément dans l'étude de la Terre. Alors l'indétermination à laquelle la Géodésie semblait être acculée disparaît, et la discussion aboutit à confirmer, à éclairer d'une vive lumière le résultat de tant de travaux sur la vraie figure de notre globe. »

CHIMIE. — *Sur le déplacement de l'ammoniaque par les autres bases et sur son dosage dans les terres;* par MM. **Berthelot** et **André**. (Seconde Note.)

« Nous avons établi que le phosphate ammoniaco-magnésien n'est pas décomposé notablement, en une heure et à 100°, par la magnésie calcinée, et qu'il est décomposé très incomplètement par la chaux; le dernier résultat d'ailleurs avait été déjà observé par M. Boussingault. Il résulte de ces faits que la magnésie ne peut pas être employée avec sécurité pour le dosage de l'ammoniaque, dans l'analyse des terres et autres produits orga-

niques, renfermant des sels doubles ammoniacaux insolubles. Certains dérivés des aldéhydes sont dans le même cas, et il y a lieu de redouter la même chose pour les sels ammoniacaux formés par les acides humiques et congénères.

» Quant à faire précéder l'emploi de la magnésie, soit par un lavage des terres avec l'acide nitrique étendu jusqu'à réaction acide commençante, comme le proposait naguère M. Schlœsing, soit par la dissolution des sels insolubles *dans l'acide chlorhydrique pur*, nouveau procédé qu'il emploie avec le phosphate dans sa dernière Note, ces artifices variables soulèvent, tant au point de vue du pouvoir absorbant des terres que de la décomposition des principes amidés peu stables, des réserves que nous avons déjà formulées et que nous maintenons.

» En ce qui touche l'action de la magnésie sur les sels ammoniacaux solubles pris à l'état de pureté, c'est un sujet accessoire dans la discussion actuelle, car leur analyse par la soude est sans difficulté; quelques développements nouveaux sont cependant nécessaires, pour préciser les faits et éviter tout malentendu. Rappelons que nous avons expliqué le défaut d'efficacité de la magnésie par la formation de certains sels basiques et composés complexes, à l'état de dissociation en présence de l'eau : « c'est, » disions-nous, cette dissociation, croissante avec la température, qui règle » en définitive le partage des bases, et, par suite, la tension en vertu de » laquelle l'ammoniaque s'élimine plus ou moins rapidement ».

» Nous avons justifié cette interprétation par de nombreuses expériences, établissant que le déplacement de l'ammoniaque, à froid, par la soude et par la chaux, est ralenti dans certains sels doubles, et que le déplacement de l'ammoniaque par la magnésie, dans certains chlorures doubles et même dans le chlorhydrate d'ammoniaque, demeure incomplet, à froid et même à 100°, *dans les mêmes conditions de temps, de température, d'évaporation de l'eau, où la chaux et la soude opèrent un déplacement total.*

» Nous avons montré d'ailleurs que l'ammoniaque manquante peut être retrouvée par l'emploi de la chaux sodée; ce qui écarte toute supposition d'erreurs commises dans les dosages.

» En tout cas, il résulte de l'explication même qui vient d'être rappelée, comme de la durée limitée à dessein des expériences que nous avons citées, que cette impuissance de la magnésie à éliminer les dernières portions d'ammoniaque est essentiellement comparative et n'a rien d'absolu; attendu qu'elle s'applique à des composés dissociés, dans lesquels l'ammoniaque conserve une certaine tension : nous ne pensions pas avoir

laissé place à quelque malentendu à cet égard. En raison de l'existence de cette tension, si faible qu'elle fût, il était facile de prévoir que l'élimination progressive de l'ammoniaque était une question de temps, de température et de quantités relatives d'eau évaporée.

» M. Schlœsing, dans une Note présentée dans la dernière séance, confirme le retard produit par le chlorure de magnésium et même par le chlorure de calcium; mais il expose qu'il a réussi en définitive à chasser toute l'ammoniaque de son chlorhydrate par la magnésie. Il est probable qu'il a vaporisé dans un temps donné des quantités relatives d'eau plus considérables qu'on n'a coutume de le faire avec la soude, et que nous ne l'avons fait nous-mêmes, et qu'il a réussi ainsi à épuiser la faible tension de l'ammoniaque retenue dans les sels doubles. Il n'y a là, en tout cas, aucune contradiction entre les faits observés de part et d'autre. Les faits mêmes de Mécanique chimique que nous avons exposés ne sont pas contestables.

» Quant à la valeur pratique de semblables procédés de dosage par la magnésie, appliqués à des mélanges complexes, en partie insolubles, de composition mal déterminée, tels que les terres et autres matières azotées, elle est toute relative à la destination de ces matières, et nous en abandonnons l'appréciation aux personnes qui exécutent les essais commerciaux ou agricoles. Dans la plupart des cas de ce genre, l'importance n'en est pas, d'ailleurs, très grande; le dosage des engrais et des terres par la chaux sodée fournissant l'azote total, tant ammoniacal qu'amidé, et le dosage des sels ammoniacaux isolés s'effectuant avec toute sécurité par la soude. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur le dosage de l'ammoniaque* (suite); par M. **Th. Schlœsing.**

« J'ai montré, dans ma Note du 26 juillet, que la distillation sur la magnésie permet d'extraire la totalité de l'ammoniaque de la dissolution de son chlorhydrate, ou de celle du phosphate ammoniaco-magnésien. Pour compléter ma démonstration, il convenait de faire agir la magnésie sur des sels doubles ammoniacaux, et notamment sur les chlorures où entrent le magnésium et le zinc.

» J'ai opéré sur cinq sels doubles : sulfates d'ammoniaque et de magnésie, de zinc, de cuivre; chlorures d'ammonium et de magnésium, de zinc.

» Il m'a paru inutile d'exécuter les analyses complètes de ces sels; il me suffisait d'en faire des dissolutions d'où l'ammoniaque serait extraite comparativement par la potasse et par la magnésie.

» Dans les expériences qui vont suivre, l'hydrate de potasse a été employé, après fusion, à raison de 2gr à 4gr; la magnésie calcinée et lavée, à raison de 2gr; le volume mesuré de dissolution saline a été invariablement de 20cc; le volume total du liquide mis à distiller a varié de 500cc à 600cc; la distillation a duré quarante-cinq minutes; *continuée au delà, elle ne fournissait plus une trace appréciable d'ammoniaque*. Lorsque la dissolution saline contenait du zinc ou du cuivre, j'ai ajouté, outre la potasse, assez de sulfure de sodium pour sulfurer le métal et le rendre ainsi plus indifférent à l'égard de l'ammoniaque.

Sulfate d'ammoniaque et de magnésie (sensiblement humide).

On en dissout 25gr dans 1lit :

Ammoniaque dosée	avec potasse	47mg,38
	avec magnésie	47mg,46

Sulfate d'ammoniaque et de zinc (un peu humide).

On en dissout 30gr dans 1lit :

Ammoniaque dosée	avec potasse et sulfure de sodium	50mg,64
	avec magnésie	50mg,66

Sulfate d'ammoniaque et de cuivre.

On en dissout 25gr dans 1lit :

Ammoniaque dosée	avec potasse et sulfure de sodium	43mg,96
	avec magnésie	43mg,86

Chlorure d'ammonium et de zinc (un peu humide).

On en dissout 25gr dans 1lit :

Ammoniaque dosée	avec potasse et sulfure	83mg,19
	avec potasse seule	83mg,06
	avec magnésie	83mg,26

Chlorure de magnésium et d'ammonium.

On en dissout 30gr dans 1lit :

Ammoniaque dosée	avec la potasse	59mg,29
	avec la magnésie	59mg,36

» Dans toutes ces expériences, les différences entre les résultats fournis par la potasse, seule ou additionnée de sulfure de sodium, et par la magnésie sont de l'ordre des erreurs que l'on commet en lisant des volumes de liqueurs titrées à l'aide de burettes. Sauf une seule qui s'élève à $0^{mg},2$, ces différences ne dépassent pas $0^{mg},1$; or 10^{cc} de mon acide titré équivalent à 20^{mg} d'ammoniaque; une division de la burette vaut donc $0^{mg},2$ d'alcali, et la demi-division, qui est pour moi la limite d'approximation dans les lectures, vaut précisément $0^{mg},1$, c'est-à-dire la limite des différences observées dans mes dosages comparatifs.

» L'approximation dans la détermination de l'ammoniaque peut aller beaucoup plus loin et atteindre 2 ou même 1 centième de milligramme; mais c'est à la condition que la quantité à doser soit très petite et ne dépasse pas quelques milligrammes. Il est alors possible d'employer des liqueurs titrées très diluées, telles que la demi-division représente environ 1 centième de milligramme d'ammoniaque.

» En définitive, qu'il s'agisse de chlorhydrate d'ammoniaque, de phosphate ammoniaco-magnésien ou de l'un des sels doubles ci-dessus mentionnés, l'emploi de la magnésie pour l'extraction de l'ammoniaque peut être maintenu en toute sécurité. On pourrait bien imaginer tel cas où quelque substance se trouverait capable de former avec l'ammoniaque une combinaison sur laquelle ni la magnésie ni une distillation à 100° n'auraient de prise; mais il ne se présente rien de semblable dans l'analyse des matières agricoles. »

GÉOLOGIE. — *Observations sur les groupes sédimentaires les plus anciens du nord-ouest de la France* (suite); par M. **Hébert**.

II. — Conglomérats pourprés et schistes rouges.

« Plusieurs géologues, à partir de Dufrénoy, ont établi que ce nouveau système de couches reposait en discordance complète sur les phyllades de Saint-Lô; mais d'autres, comme Dalimier, ont considéré cette discordance seulement comme locale; d'autres enfin paraissent l'avoir à peu près complètement rejetée, en déclarant [1] que toutes les assises primaires de la Bretagne sont concordantes, et que nulle dislocation générale ne les a affectées avant la fin de la période carbonifère.

---

(1) Ch. Barrois, *Soc. géol. du Nord,* t. IV, p. 54; t. XI, p. 282.

» Cette dernière opinion surtout, émise par un savant dont les travaux déjà nombreux sont de nature à inspirer toute confiance, rendait nécessaire une revision attentive de tous les faits cités dans l'un ou l'autre sens. C'est ce que je vais essayer de faire en commençant par la Normandie, où les données sont plus nombreuses et plus nettes. J'aborderai ensuite la Bretagne.

» NORMANDIE : *Manche, Environs de Granville.* — Un peu à l'est de Granville, dans la tranchée de la Hutière (chemin de fer), on voit une série de conglomérats rouges ou pourprés, remplis de galets roulés du quartz gras des phyllades, et alternant avec des schistes de même couleur. Ces couches sont très peu inclinées et occupent la partie supérieure des coteaux, dont la masse est constituée par des phyllades, ceux-ci toujours presque verticaux dans toute cette région.

» A 3^{km} à l'est de cette tranchée, au moulin d'Aze, une carrière est ouverte dans les mêmes schistes rouges, alternant avec des lits de poudingues à petits éléments.

» Ces conglomérats, très distincts de celui de Granville par leur nature, sont donc en ce point en discordance complète avec le système des phyllades.

» *Villedieu.* — A la gare de Villedieu, on peut voir les schistes et grès rouges surmontant les conglomérats pourprés. Le tout plonge au nord de 30° environ et repose sur le granite qui affleure au sommet de la côte, sur la route d'Avranches.

» Dufrénoy a donné (¹) de la même localité une coupe qui, prise peut-être sur un autre point, diffère de la mienne ; mais toutes deux conduisent à la même conclusion : *la discordance entre le système des conglomérats pourprés et celui des phyllades.*

» *Guilberville.* — Dufrénoy (²) a donné une autre coupe montrant également une discordance complète entre les deux systèmes, à Guilberville, sur la route de Vire à Saint-Lô. Bien que je n'aie pu reconnaître le contact, il est impossible de douter de cette discordance, puisque les phyllades se montrent verticaux dans les fossés de la route en approchant de Torigny, et que les grès qui succèdent, en concordance, aux schistes rouges et aux conglomérats pourprés, sont exploités à peu de distance, sous le

(¹) *Ann. des Mines*, 3ᵉ série, t. XIV, p. 394.
(²) *Loc. cit.*, p. 358.

signal de Guilberville, où ils ont une inclinaison au sud-est de 30° à 35° seulement.

» *Coutances*. — Près de Coutances, route de Hyenville, on retrouve les conglomérats pourprés, ici de couleur très foncée, et en contact avec l'arène syénitique. Ils renferment des galets du quartz noir exploité à peu de distance dans les phyllades, et reposent, à la Feuillie, sur les phyllades presque verticaux.

» Dans cette région et jusqu'au nord du département, les conglomérats deviennent des arkoses, recouverts toujours par les schistes rouges, puis par les grès armoricains.

» *La Hague*. — A Omonville et sur la route de Cherbourg, le phyllade granulitisé, vertical, est recouvert par des grès arkoses, en couches peu inclinées, dont les éléments détritiques proviennent du phyllade.

» Près de Gréville, l'arkose contient des galets roulés; elle est également presque horizontale et repose en discordance sur les phyllades, décomposés à la surface.

» *La Hougue*. — Le contact des deux systèmes se voit encore très bien au nord-est du Cotentin, dans la Hougue.

» Cette pointe du Cotentin est un massif de granite, et surtout de granulite. Au sud-ouest de ce massif, les phyllades de Saint-Lô apparaissent, formant la plaine de Quettehou et la région basse qui entoure le haut plateau de la Pernelle, aussi bien que la plus grande partie du coteau de la Pernelle à Vicel.

» Le contact avec les poudingues pourprés apparaît à la base de grandes carrières ouvertes sous l'église de la Pernelle. On peut y relever la succession suivante, de bas en haut :

» 1° Phyllade compact, quelquefois feuilleté, bleu, *vertical,* avec nombreux filons de quartz, fortement modifié;

» 2° Poudingue compact, *presque horizontal,* avec un banc d'argile de $0^m,50$ intercalé, épaisseur $3^m,50$;

» 3° Grès rouge alternant avec des schistes rouges, jaunes, etc., 4^m;

» 4° Grès feldspathiques, exploités au-dessus de Vicel, en bancs peu épais, avec lits argileux, formant le plateau, plongeant à l'est de 20°, épaisseur, 8^m.

» La discordance est donc ici aussi forte que dans le reste du département.

» *Calvados*. — Les buttes de Clécy, dans le Bocage normand, ont été citées par Dufrénoy comme un bon exemple de discordance entre les phyl-

lades et les poudingues de couleurs variables. Ce fait a été confirmé par une autre coupe des plus probantes, prise dans la même région, entre Feuguerolle et Urville, et publiée par M. Renault [1].

» Cette coupe, dont j'ai vérifié l'exactitude, présente une disposition remarquable. Elle est dirigée du nord au sud et ses deux extrémités sont constituées par les assises bien connues du terrain silurien fossilifère, qui reposent en concordance sur les grès feldspathiques, dont les schistes, les grès rouges et les conglomérats pourprés forment la base. Au centre, se montrent les phyllades et grauwackes de Saint-Lô, verticaux. De chaque côté, les assises du système supérieur, parfaitement stratifiées, plongent en sens inverse de 50° en moyenne. Ces couches se sont déposées horizontalement sur la tranche des phyllades. Un mouvement de flexion, qui a relevé la partie centrale phylladienne, les a brisées et leur a donné leur position actuelle.

» Le contact des deux systèmes est très net au Rocreux, où le conglomérat pourpré renferme de nombreux et très volumineux galets roulés de quartz.

» Bretagne : *Côtes-du-Nord*. — Nous avons vu que les phyllades de Saint-Lô se retrouvent à Saint-Brieuc; ils s'étendent dans toute la contrée avec leur forte inclinaison, avoisinant la verticale. Dufrénoy et M. de Fourcy ont signalé ce fait qu'au nord-ouest, vers Paimpol, ils sont recouverts par le conglomérat rouge, de même qu'au nord-est, à la pointe d'Erquy, que j'ai visitée. Ici, les conglomérats rouges et à galets de quartz, de 30^m d'épaisseur, recouverts par des schistes rouges, puis par des grès siliceux (20^m), constituent un ensemble régulièrement stratifié, très peu incliné à l'horizon; il est limité à la partie supérieure par un deuxième conglomérat (5^m) à gros éléments, provenant du poudingue rouge et du grès siliceux, qui remplace les grès feldspathiques de la Laize.

» Au-dessus, sous le sémaphore, vient le grès armoricain.

» *Finistère*. — Le système des phyllades se prolonge, comme on sait, à l'est de la baie de Douarnenez par Plonévez, vers Gourin, où il est très développé et exploité. Ce bourg est bâti sur les phyllades. Des affleurements nombreux et plusieurs carrières permettent de bien juger de leurs caractères et de reconnaître leur identité avec ceux de Saint-Lô. Ils fournissent de belles dalles et ont constamment la disposition verticale. Nulle

---

(1) *Société linnéenne de Normandie*, t. VII; 1883.

part, sur un espace de plusieurs kilomètres autour de Gourin, je n'ai pu voir de bancs de poudingues intercalés dans des phyllades.

» Ayant reconnu, chez l'agent voyer, un de ces galets, rouges à la surface, de quartz blanc laiteux qui caractérisent le conglomérat pourpré, j'ai visité la carrière où il avait été recueilli, à 3^{km} au sud de Gourin, à Pontergolès. On exploite dans cette carrière un filon de quartzite au milieu des phyllades; le galet ne pouvait provenir que du terrain superficiel remanié. Aussi, en revenant sur nos pas, nous pûmes constater, dans les fossés de la route, avec M. Louis Bureau qui m'accompagnait, un petit affleurement de poudingue, au sommet de la côte, devant le hameau de Quistinit, à l'altitude de 190^{m}. Ce lambeau, étant superficiel, est remanié et mélangé de fragments de schiste; il est rougeâtre et paraît horizontal.

» J'ai voulu voir si je retrouverais ce conglomérat au nord de Gourin, à la base de la série silurienne. Nous l'avons rencontré, en effet, sur la route de Châteauneuf; après un espace de 3^{km}, entièrement constitué par les phyllades, nous avons découvert, dans le fossé de la route, un petit affleurement d'un poudingue rouge, à galets de quartz blanc, à l'altitude de 180^{m}. Ce poudingue paraît horizontal et en concordance avec le grès exploité au Clunbras.

» Une grande faille interrompt brusquement ici la continuité des couches. On se trouve au milieu des grès à bilobites tout disloqués, lesquels précèdent des carrières d'ardoises ouvertes dans le silurien moyen.

» La présence à environ 5^{km} de distance, du nord au sud, de ces deux lambeaux de conglomérats pourprés presque exactement à la même altitude, au-dessus d'une vaste région composée de phyllades verticaux, m'a paru suffisante pour légitimer la discordance établie par Dufrénoy entre les deux groupes et, par suite, le *système de dislocation du Finistère*, créé par Élie de Beaumont, qui s'est appuyé précisément sur la localité de Gourin.

» Il est vrai que, d'après M. Barrois, *les phyllades de Gourin alterneraient à 7^{km} ou 8^{km} plus à l'est, avec des bancs de conglomérats*. Cette observation, qui semble en opposition avec tout ce qui précède, mérite d'être l'objet du plus sérieux examen : 1° A-t-on vraiment affaire aux phyllades de Gourin ou bien à d'autres schistes ramenés par la faille au contact de ces derniers; 2° quels sont ces poudingues que M. Barrois assimile à la fois à ceux de Granville et aux conglomérats de Rhétiers (¹), c'est-à-dire à

(¹) Les poudingues de Rhétiers sont assimilés par M. Barrois (*Société géologique*

deux dépôts d'âges différents? Le peu de temps dont je disposais ne m'a pas permis de faire cet examen; j'espère que d'autres le feront prochainement.

» *Schistes de Rennes.* — Il est possible que cette série alternante de schistes et de poudingues, à l'est de Gourin, soit le prolongement, de l'est à l'ouest, de la série analogue de Montfort et de Rhétiers près de Rennes. Dans ces dernières localités, il est facile de reconnaître que les schistes sont tout à fait différents des phyllades. Il suffirait pour cela de lire attentivement les excellentes descriptions qu'en a données M. Lebesconte, qui a bien voulu me les faire examiner sur place.

» Les schistes de Rennes sont rarement homogènes; ils ne présentent pas en général ces plans réguliers de clivage si fréquents dans les phyllades : on y trouve de véritables bancs de grès, qu'on ne voit jamais dans les phyllades; ils sont fréquemment couverts de traces organiques ou mécaniques, dont je n'ai aperçu qu'un seul exemple dans les phyllades, au cap Rosel.

» Dalimier, dans un Mémoire qui renferme d'ailleurs des données très judicieuses, a eu tort de considérer les schistes de Rennes comme les équivalents des phyllades de Saint-Lô [1] : ceux-là forment avec les grès qu'ils contiennent la base du système des conglomérats pourprés, dont on ne saurait les détacher, tandis que les phyllades de Saint-Lô n'ont aucun représentant dans cette région.

» Réciproquement, les *schistes verts de Rennes*, base des conglomérats avec lesquels ils alternent, diminuent et disparaissent vers le nord de la Bretagne et en Normandie.

» Des observations qui précèdent, on peut conclure que le sol de la Bretagne septentrionale, au nord d'une ligne tirée de Quimper à Rennes, et celui de la partie occidentale de la Normandie, au nord d'une ligne tirée de Pontorson à Domfront et à Falaise, ont pour principaux éléments constitutifs :

» 1° A la base, les phyllades de Saint-Lô verticaux;

» 2° Au-dessus, les conglomérats pourprés, les schistes et grès rouges presque horizontaux.

» C'est la conclusion formulée par Dufrénoy en 1835. »

---

du Nord, t. XI, p. 282, note; 1884) aux poudingues granitiques de Granville, tandis qu'ils correspondent aux conglomérats quartzeux et pourprés de Saint-Planchers.

(1) *Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. XX, p. 141; 1863.

GÉOLOGIE. — *Sur la présence de cristaux microscopiques de minéraux du groupe des feldspaths, dans certains calcaires jurassiques des Alpes.* Note de M. **Ch. Lory.**

« La plupart des calcaires du terrain jurassique de la région des Alpes françaises laissent, quand on les traite par l'acide chlorhydrique étendu, un résidu formé d'un mélange d'argile et d'une partie grenue, ayant l'aspect d'un sable fin. Examiné, au microscope, ce résidu montre, en effet, dans le plus grand nombre des cas, beaucoup de quartz en menus débris; mais souvent aussi on y aperçoit des cristaux de quartz bipyramidés très nets et d'autres cristaux dont les formes se rapportent manifestement au système clinorhombique ou au système triclinique. Ces cristaux sont inattaquables par les acides chorhydrique et azotique concentrés, et aussi par les solutions alcalines bouillantes. Chauffés au rouge naissant, ils conservent leurs formes et leur transparence et ne se déforment, par fusion, qu'à une température très élevée.

» Ces cristaux, associés à ceux de quartz bipyramidé, se trouvent particulièrement en abondance dans les concrétions noduleuses ou géodiques de certaines assises, et surtout dans les parois des géodes que l'on rencontre fréquemment dans les marnes *oxfordiennes* du Dauphiné et des Basses-Alpes et qui sont connues par leurs jolis cristaux limpides de quartz bipyramidés (géodes de Meylan, près Grenoble, de Die et de Rémusat (Drôme), des environs de Digne, etc.). Le résidu fin de la dissolution de ces concrétions dans l'acide chlorhydrique contient généralement peu de quartz en menus débris, et est formé surtout d'argile, de quartz en petits cristaux bipyramidés et des cristaux prismatiques en question. Ces minéraux sont accompagnés de bisulfure de fer et d'une matière bitumineuse, dont on se débarrasse par l'action de l'acide azotique et une calcination modérée; on peut aussi, par lévigation, éliminer la plus grande partie de l'argile.

» En appliquant à la matière ainsi préparée les méthodes ordinaires d'essais et d'analyse, on constate facilement que ses éléments sont : 1° la *silice,* très prédominante; 2° l'*alumine;* 3° la *potasse,* avec plus ou moins de *soude,* et de minimes quantités de chaux et de magnésie.

» Les cristaux, autres que ceux de quartz, se présentent sous la forme de prismes obliques très surbaissés, posés sur leur base p, très prédomi-

nante, et toujours modifiés par les faces g^1, de telle sorte que les bases offrent la forme d'hexagones allongés suivant pg^1. En mesurant les angles de ces hexagones, on trouve que les quatre angles adjacents aux longs côtés pg^1 sont d'environ 123° et les deux autres de 113°; on sait que l'angle plan de la base de l'orthose est de 113° 15′.

» En lumière polarisée, ces lames s'éteignent parallèlement à leur longue arête pg^1; et cette arête correspond à l'axe de plus grande élasticité optique de la lame. M. Michel Lévy, qui a bien voulu, dernièrement, examiner avec moi ces cristaux, a constaté qu'en lumière convergente leurs faces p se montrent à peu près parallèles au plan des axes optiques et que l'arête pg_1 est sensiblement parallèle au plus grand axe d'élasticité optique. Souvent deux cristaux sont accouplés par leurs longues arêtes pg^1, mais ils s'éteignent simultanément et se comportent absolument de même.

» Cet ensemble de caractères concourt à établir que les cristaux en question peuvent être rapportés à une variété d'*orthose*, peu commune dans la nature, mais précisément une de celles qui ont été obtenues artificiellement, par voie hydro-thermale, dans les importantes recherches de MM. Friedel et Sarrazin. Ce rapprochement confirme, d'une manière frappante, les idées que l'on peut se faire sur les conditions dans lesquelles se sont formés nos petits cristaux.

» Parfois, ils se montrent accompagnés d'autres cristaux prismatiques, dont l'extinction, en lumière polarisée, a lieu sous un angle de quelques degrés avec l'arête pg^1 et qui présentent des traces de macles, les deux parties ne s'éteignant pas simultanément. Il y a lieu de penser que ceux-ci doivent être attribués à l'*albite*. On sait que ce dernier feldspath se rencontre en cristaux bien nets et assez grands dans les calcaires magnésiens du *trias* des environs de Modane, et j'ai indiqué depuis longtemps sa présence très ordinaire, en cristaux microscopiques, dans les calcaires *triasiques* de la région alpine.

» Quoique l'on ne puisse pas attendre des résultats bien définis d'une analyse faite sur le mélange complexe où se trouvent les petits cristaux qui font l'objet de cette Note, je crois devoir indiquer les résultats que j'ai obtenus avec un mélange des résidus de plusieurs échantillons des géodes des marnes *oxfordiennes* des environs de Grenoble. En opérant sur $1^{gr},002$, par la méthode d'analyse de H. Sainte-Claire Deville, j'ai trouvé :

» Silice, 0,809; alumine, avec traces d'oxyde ferrique, 0,117; chaux, 0,0028; magnésie, 0,0032; potasse, 0,0443; soude, 0,0213; total: $0^{gr},9976$.

» Ces résultats peuvent se représenter, *à peu près*, par :

» 47 pour 100 d'*orthose* potassique et sodique, mêlé d'un peu d'*albite;*

» 45 pour 100 de *quartz*, en cristaux bipyramidés, et aussi en menus débris;

» 8 pour 100 d'*argile*, d'une composition analogue à celle des pierres à chaux hydraulique du même étage.

» J'ai constaté l'existence des cristaux microscopiques de la même variété d'*orthose* dans un ensemble d'assises jurassiques de la région subalpine du Dauphiné correspondant aux étages *bajocien*, *bathonien*, *callovien* et *oxfordien*, jusqu'aux couches exploitées pour ciments hydrauliques dans ce dernier (zone à *Ammonites canaliculatus*). Cet ensemble représente, aux environs de Grenoble, une épaisseur d'au moins 600^{m}. Jusqu'ici, je ne les ai pas rencontrés au-dessus, c'est-à-dire dans les calcaires compacts à *Ammonites polyplocus*, etc., ni dans les couches *tithoniques*.

» Il est intéressant de remarquer que ces petits cristaux feldspathiques se rencontrent dans un ensemble d'assises situées généralement en dehors des zones alpines, et qui ne montrent nulle part des traces d'injections éruptives ni d'un métamorphisme bien apparent. La plupart sont fossilifères et celles de l'étage *oxfordien* surtout ne diffèrent guère de l'aspect qu'elles ont dans le Jura méridional : les calcaires *bathoniens* de Corenc, près Grenoble, sont encore nettement oolithiques et j'y ai trouvé des cristaux microscopiques d'*orthose* dans un moule d'Ammonite. Quant au *lias*, qui appartient aux zones alpines du Dauphiné et de la Savoie, on y rencontre fréquemment de petits cristaux de quartz bipyramidés; les cristaux feldspathiques y paraissent plus rares; quelques localités m'ont paru en offrir, avec des caractères différents de ceux que j'ai décrits ci-dessus. J'espère que je pourrai en faire l'objet d'une autre Communication à l'Académie, et tâcher, en même temps, de préciser les conditions géologiques qui paraissent avoir favorisé la formation de ces cristaux. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les travaux entrepris en Tunisie par M. le commandant* Landas, *à la suite de la mort du colonel* Roudaire. Note de M. DE LESSEPS.

« J'ai informé l'Académie, il y a environ dix-huit mois, de la perte que la Science avait faite d'un officier d'état-major dont les remarquables travaux sur l'établissement d'une mer intérieure en Tunisie avaient, à diverses reprises, reçu l'approbation de nos Collègues.

» La mort du colonel Roudaire, survenue le 14 janvier 1885, n'a cependant point arrêté la réalisation de son gigantesque projet. Un des officiers les plus distingués du service d'état-major, M. le commandant Landas, qui fut autrefois l'adjoint, puis le successeur de Roudaire à la chaire de Topographie de l'École de Saint-Cyr, a été placé, par autorisation du gouvernement, à la tête de la mission du Sahara tunisien.

» En quelques semaines, il s'est mis au courant des travaux exécutés par son prédécesseur, et, après avoir étudié la question sous toutes les formes, il a résolu de passer immédiatement de la période d'études à la période d'exécution.

» Je rappellerai brièvement quel était le projet de Roudaire, et je vous dirai ensuite ce que veut faire le commandant Landas.

» Après de longues années passées à des travaux de nivellement, de sondages et d'expérimentations de toutes sortes, François Roudaire s'était assuré que les quatre chotts Fedjedj, Djerid, Rharsa et Melrir, au sud de la chaîne de l'Aurès et se trouvant à 24^{m} environ au-dessous du niveau de la mer, pouvaient, au moyen d'un canal, former une mer intérieure dont l'influence sur le climat et la fertilisation de ces contrées serait considérable.

» Qu'on juge, en effet, de l'évaporation qui pourrait se produire, quand on saura que la superficie de cette mer intérieure serait de 8200^{kmq}, c'est-à-dire une superficie égale à quatorze fois et demie celle du lac de Genève, qui n'est que de 577^{kmq}!

» En présence des dépenses que devait occasionner l'exécution du canal destiné à inonder les chotts Rharsa et Melrir, nous avons résolu de retourner la question.

» Aujourd'hui, la mer intérieure africaine n'est plus le point de départ.

» En parcourant, l'an dernier, la province de l'Arad (province de Gabès), M. Landas fut frappé de rencontrer des vestiges de la civilisation romaine; c'étaient presque partout des ruines d'aqueducs dont les Romains se servaient pour arroser leurs cultures.

» C'est alors que M. Landas eut l'idée de cultiver d'abord toutes ces terres extrêmement fertiles, se proposant ensuite d'employer une partie des bénéfices que donneraient ces cultures au creusement du canal destiné à inonder les chotts Melrir et Rharsa. Une concession a été accordée à une Société de fondateurs pour l'exploitation de tous ces terrains qui seraient fécondés par notre industrie, par des puits artésiens.

» Nous nous sommes préoccupés tout d'abord d'un emplacement, et comme le canal de la mer intérieure devait avoir pour amorce un port

sur la côte, nous avons choisi, par suite des études hydrographiques déjà commencées avec M. Roudaire au nord de Gabès, l'embouchure de la petite rivière (l'oued Melah) dont les eaux ont creusé un chenal et une baie jusqu'à la mer.

» Dans cette partie du golfe de la Syrte, la pente du terrain est tellement douce, qu'à 1^{km} du rivage on n'a que 6^{m} de fond, de sorte que la plupart des grands bâtiments de commerce, les paquebots-poste français entre autres, ne peuvent approcher tout au plus qu'à un mille et demi environ (soit 2780^{m}), et par les vents d'est il ne leur est pas possible de débarquer ou de prendre des passagers et des marchandises.

» Après avoir ainsi déterminé le futur emplacement du port, M. Landas, avec les ressources dont il disposait, put acquérir une étendue de terrain d'environ 2000^{ha} et se mit immédiatement à l'œuvre; il commença une série d'études dont le résultat, au mois de mai 1885, fut le creusement d'un puits artésien sur la rive gauche de l'oued Melah, à 11^{m} du bord de la mer.

» A 90^{m} de profondeur, on atteignit une nappe dont l'eau jaillit à une hauteur de $4^{m},70$ à la température de 22°. Le débit de ce puits, à partir du mois de mai 1885 jusqu'au mois de juin 1886, fut, par minute, de 8000^{lit}. Aujourd'hui, M. le commandant Landas, qui est retourné il y a six semaines dans la province de l'Arad, m'apprend qu'il est en train de creuser un second puits sur la rive droite de l'oued Melah, et que le premier, celui de la rive gauche, donne à l'heure présente, grâce à quelques améliorations, un débit moyen de près de 9000^{lit} par minute; ce qui lui permet déjà d'irriguer un peu plus de 500^{ha}, c'est-à-dire une superficie de terrain égale à quinze ou seize fois le Champ de Mars.

» Grâce à ces travaux, les rives de l'oued Melah, désertes il y a quinze mois, ont aujourd'hui une petite population qui s'accroît peu à peu chaque jour; et des maisons, des baraquements, des hangars, un restaurant même ont été déjà construits.

» M. le commandant Landas est donc entré dans la période d'exécution; grâce à son activité et à ses profondes connaissances, une région inculte va devenir fertile, un port va s'élever, et dans quelque temps nous apprendrons que le premier coup de pioche a été donné au canal qui doit mener les eaux de la mer dans les chotts Melrir et Rharsa, créant ainsi une mer intérieure africaine dont les études ont été bien préparées.

» Il ne faut pas oublier que le maréchal Bugeaud avait dit que la civilisation de l'Afrique française viendrait par le fond, c'est-à-dire par les eaux souterraines.

» Comme question scientifique, on peut calculer depuis combien de siècles les fleuves qui se rendaient de l'intérieur sur le bord de la mer y arrivent maintenant par le fond, à cause des soulèvements de terres qui ont été observés sur la côte d'Afrique et sur les côtes de Sardaigne. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux Membres qui seront chargés de la vérification des comptes de l'année 1885.

MM. **Chevreul**, **Mouchez** réunissent la majorité des suffrages.

RAPPORTS.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les expériences de M.* Marcel Deprez *relatives au transport de la force entre Creil et Paris.* Note de M. **Maurice Lévy.**

« § 1. *Objet de cette Note.* — Une Commission composée, en partie, de membres de l'Académie, en partie d'ingénieurs, a, sur la demande de MM. de Rothschild et d'accord avec notre Confrère M. Marcel Deprez, accepté la mission de constater les résultats actuellement obtenus, par lui, dans ses expériences de transport de la force entre Creil et Paris.

» Cette Commission, dont la présidence d'honneur a été décernée à M. de Freycinet, membre de l'Académie, et la présidence effective à M. le Secrétaire perpétuel J. Bertrand, a confié le soin de la préparation et de la rédaction de son Rapport à une Sous-Commission ainsi composée :

Président : M. J. Bertrand

Membres : MM. Becquerel,
Collignon,
Cornu,
Laussedat,
Maurice Lévy,
A. Sartiaux [1].

---

(1) M. Léon Lévy, ingénieur au corps des mines, a rempli les fonctions de secrétaire.

» Sur l'avis de M. le Secrétaire perpétuel, j'ai l'honneur de rendre compte à l'Académie des travaux de cette Sous-Commission, dont j'ai eu l'honneur d'être le rapporteur.

» Il est nécessaire, pour cela, de rappeler d'abord brièvement le but poursuivi par M. Deprez et les dispositions essentielles de son projet.

» § 2. *Objet des expériences.* — Le but, dans le principe, a été celui-ci : prenant 200^{chx} de force motrice à la station de Creil, sur la ligne du Nord, les transmettre électriquement à la gare de la Chapelle, soit à 56^{km} de distance, avec un rendement industriel de 50 pour 100.

» La force motrice devait être fournie à Creil par deux machines locomotives et transmise à l'aide d'une seule machine dynamo-électrique génératrice. Elle devait être recueillie à Paris par deux machines réceptrices.

» Par des raisons d'ordre administratif, et indépendantes de la volonté de M. Deprez, une seule de ces deux machines ayant été construite, on ne peut recevoir à Paris que 50^{chx} en en prenant 100 à Creil.

» § 3. *Causes des insuccès d'abord obtenus.* — Les expériences, préparées avec le concours d'une Commission d'ingénieurs ([1]), se poursuivent depuis le mois de novembre 1885.

» Les débuts, on se le rappelle, n'en furent pas heureux ; il peut toutefois être instructif d'en retenir ce fait, que les insuccès qu'on y a rencontrés ont tous eu la même cause : une exécution vicieuse ou trop imparfaite des anneaux de la génératrice.

» La génératrice de Creil, comme la réceptrice de Paris, comporte deux anneaux Gramme, montés sur un même arbre et assemblés en tension.

» Dans les machines Gramme, le noyau en fer doux sur lequel s'enroule le circuit de l'anneau est le plus souvent en fils de fer.

» M. Marcel Deprez a préféré adopter, pour cet organe, des rondelles en tôle mince, isolées les unes des autres par du papier paraffiné.

» Dans les premiers anneaux fabriqués, on a bien isolé les rondelles de cette façon, mais imparfaitement; quant aux boulons de serrage qui traversaient toutes les rondelles, on les avait simplement recouverts d'une couche de vernis à la gomme-laque, ce qui était suffisant au point de vue électrique, mais non au point de vue mécanique; le vernis a été brisé pendant l'opération de l'enfoncement des boulons. Aussi, dès les premiers

---

([1]) Cette Commission est ainsi composée :

Président : M. Collignon,

Membres : MM. Aron, Baron, Cail, Constantin, Delebecque et Albert Sartiaux.

essais, il s'est produit, dans toute la masse de fer, des courants de Foucault formidables qui ont absorbé la presque totalité de la force motrice. Le rendement était presque nul.

» *Première réfection des anneaux de la génératrice.* — On s'est alors déterminé à faire de nouveaux anneaux avec noyaux en fil de fer. Le rendement a été meilleur. Mais, comme on s'était borné à entourer les fils de deux couches de soie et d'une couche de coton, sans que le tout fût imbibé de gomme-laque; que, de plus, l'enroulement des fils n'avait pas été fait de façon à éviter de grandes différences de potentiel entre les fils voisins, on a eu de fréquentes avaries.

» Ce sont ces anneaux qui ont fonctionné lors de la visite de l'Académie des Sciences, faite le 5 décembre dernier.

» Ce jour-là, une pluie avec rafales a, comme on sait, mêlé le fil de la ligne avec les fils télégraphiques. Il en est résulté des décharges ressenties à la Chapelle, ainsi qu'au bureau télégraphique de l'Artillerie à Saint-Denis où deux appareils ont été brûlés. Les anneaux ont été mis hors de service et l'on a dû interrompre l'expérience.

» *Réfection définitive des anneaux de la génératrice.* — A la suite de cet incident, M. Deprez s'est décidé à reconstruire à nouveau ses anneaux, en revenant cette fois à son idée première de former les noyaux avec des rondelles en tôle, mais en ayant soin d'entourer chaque boulon de serrage d'un tube en caoutchouc durci.

» En même temps, pour éviter des remaniements trop grands des machines, les diamètres des anneaux, prévus d'abord de $1^{m},40$, furent réduits à $0^{m},78$; la vitesse de marche prévue de 400 tours fut sagement réduite à 200.

» Les bobines furent fabriquées par secteurs occupant chacun $\frac{1}{7}$ de la circonférence et enroulées par couches d'un seul fil continu, de façon à ne mettre en contact que des fils à faible différence de potentiel.

» D'autre part, pour la facilité de la fabrication, les noyaux en tôle ne sont plus constitués d'une seule pièce, mais de deux secteurs dont l'un occupe les $\frac{6}{7}$ de la circonférence et laisse, par conséquent, une lacune égale à $\frac{1}{7}$, par laquelle on peut enfiler six des sept bobines formant l'enroulement de l'anneau, comme on enfile des perles dans un chapelet.

» On a ainsi constitué les $\frac{6}{7}$ de l'anneau. Le dernier septième est posé tout d'une pièce avec son noyau, à la façon d'une clef de voûte.

» Ces dispositions ont, au point de vue industriel, le précieux avantage, non seulement de simplifier la fabrication première des anneaux, de les rendre très robustes et très résistants, mais aussi de permettre de faire rapidement la réparation des avaries qui pourraient se produire.

» Si un fil vient à être brûlé, il suffit de remplacer le secteur dont il fait partie; et, comme les secteurs sont tous pareils, on en fabrique d'avance un certain nombre formant pièces de rechange qu'on pose sans difficulté et sans avoir à refaire tout l'anneau.

» C'est avec l'introduction de ces divers perfectionnements qu'a pris fin la période des essais infructueux, des accidents sans cesse renouvelés, et qu'a commencé une période de marche sage, lente et assurée.

» Les nouveaux anneaux fonctionnent depuis le mois de février dernier de la façon la plus satisfaisante, fournissant des marches de cinq, six et jusqu'à neuf heures consécutives, sans avarie et en ne s'échauffant que d'environ 47° (¹).

» § 4. *Inducteurs de la génératrice.* — Les inducteurs de la génératrice sont formés par huit électro-aimants en fer à cheval placés dans des plans passant par l'axe des anneaux, deux à deux diamétralement opposés, de sorte que leurs épanouissements polaires embrassent bien les circonférences des anneaux (²).

» L'emploi de deux anneaux avec électro-aimants en fer à cheval est très avantageux, en ce qu'on évite par là tout pôle conséquent. Les seules surfaces polaires qui existent sont celles qui épousent le pourtour des anneaux, de sorte que tous les pôles sont parfaitement et complètement utilisés.

» Cette disposition avait déjà été adoptée par M. Marcel Deprez dans l'excellente machine qui a servi dans ses précédentes expériences de la gare du Nord. Seulement, là, il n'avait employé que deux électro-aimants au lieu de huit.

» On peut se demander laquelle des deux dispositions est la meilleure. Y a-t-il avantage ou inconvénient à multiplier le nombre des électro-inducteurs ?

(¹) Ce chiffre de 47° ne résulte pas d'une mesure thermométrique directe qu'il serait impossible de faire dans la masse profonde des fils. Mais la résistance des anneaux, qui, à froid, est de 38 ohms, s'élève, après une journée de marche, à 45 ohms, soit une augmentation de 7 ohms ou des $\frac{7}{38} = 0,184$ de sa valeur.

Or, la résistance du cuivre s'accroît des 0,40 de sa valeur environ pour un accroissement de température de 100°, d'où résulte ici un accroissement de température de $\frac{100^\circ \times 0,184}{0,40} = 46^\circ,5$, soit 47° environ.

(²) Il y a toutefois dans la machine de Creil un peu trop d'écart entre la périphérie des anneaux et les surfaces polaires des inducteurs; moyennant un peu plus de précision dans la construction, on pourra diminuer cette distance, ce qui augmentera les effets du champ magnétique.

» La question se pose ainsi :

» Voulant consacrer aux inducteurs une longueur donnée de fil de cuivre d'une section et, par suite, d'une résistance également donnée, est-il préférable de répartir ce fil sur un grand nombre d'électro-aimants de petit calibre ou d'adopter la disposition contraire?

» La théorie des solénoïdes se prononce pour cette dernière solution, puisque, pour un solénoïde de longueur donnée, avec enroulement d'un volume donné, le fil dépensé ne croît que proportionnellement au rayon du solénoïde, tandis que les surfaces polaires obtenues croissent comme le carré de ce rayon.

» Il convient donc, et c'est là ce qui a guidé M. Deprez dans la construction de ses machines, d'employer, autant que les sujétions de la construction le permettent, de gros électro-aimants en petit nombre, pour obtenir un champ magnétique à bon marché. Nous verrons d'ailleurs que l'expérience confirme bien, sur ce point, les prévisions de la théorie.

» § 5. *Machine dynamo-réceptrice.* — La machine dynamo-réceptrice placée à la Chapelle est de dimensions un peu plus restreintes que la génératrice, puisqu'elle ne reçoit que la moitié environ de la force consommée à Creil. Les noyaux de ses anneaux sont en fil de fer, ce qui tient à ce qu'elle a toujours très bien fonctionné, de sorte qu'on n'a pas eu de raison d'y remplacer, comme on l'a fait pour la génératrice, le fil de fer par des rondelles en tôle.

» Sauf ces différences, les deux machines sont conçues dans le même esprit.

» § 6. *Fil transmetteur. Inutilité et danger possible de l'isoler sur toute sa longueur.* — La distance du transport étant de 56^{km}, le fil transmetteur, aller et retour, a une longueur totale de 112^{km}. Il est en bronze siliceux de 5^{mm} de diamètre. Sa résistance est de $97^{ohms},45$, c'est-à-dire celle d'un fil télégraphique ordinaire d'environ 10^{km} de longueur

» Dans le principe, on l'avait entouré, sur les deux tiers de sa longueur, d'une enveloppe en chanvre trempée dans de la résine, et elle-même enfermée dans un tube de plomb.

» Cette précaution n'a pas empêché l'accident dont nous avons parlé plus haut, survenu le jour de la visite de l'Académie. Et, en effet, lorsque, par un coup de vent, les fils télégraphiques viennent à frapper le fil de la ligne, la violence du choc peut déchirer le plomb et produire, par suite, le contact, que le tube de plomb avait pour objet d'éviter.

» Cette précaution ne sert donc de rien et, comme le poids du plomb conduit à augmenter la flèche du fil, afin qu'il ne soit pas soumis à une

tension élastique capable de le rompre, elle a simplement pour effet de faciliter les rencontres des divers fils et, par suite, de multiplier les accidents.

» D'autre part, le chanvre placé entre le cuivre et le plomb peut, dans des temps très humides où l'isolement de la ligne ne serait pas parfait, se trouver exactement dans le cas du diélectrique d'un condensateur, par exemple, du verre placé entre les armatures intérieure et extérieure d'une bouteille de Leyde, et il peut en résulter des condensations électriques dangereuses.

» Ainsi, à tous les points de vue, les précautions prises pour éviter les accidents se trouvent aller à l'encontre de leur but. Il y a donc lieu de penser que la meilleure solution consiste à laisser le fil nu. Il en résultera naturellement une importante économie dans le prix de son établissement et toute économie non contraire à la sécurité publique doit être acceptée et encouragée, puisque c'est une facilité donnée aux applications industrielles du transport de la force.

» *Seules précautions proposées pour le fil.* — Les seules précautions qu'il paraisse utile de prendre pour le fil sont celles-ci :

» 1° L'isoler fortement à son entrée et à sa sortie des machines, c'est-à-dire là où il est à portée de la main;

» 2° Partout ailleurs le placer à une hauteur telle qu'il soit inaccessible;

» 3° Le placer à une distance assez grande des fils télégraphiques et surtout des fils téléphoniques, pour éviter d'une manière absolue, non seulement tout mélange, mais tout effet d'induction.

» Une distance de $0^m,75$ à 1^m paraît suffisante pour ce but lorsqu'on emploie, comme dans les expériences de Creil, un fil de retour.

» Si, ce qui serait infiniment désirable et important, ce que nous souhaiterions vivement, on entreprenait des expériences de transport, sans fil de retour, la distance à observer serait naturellement beaucoup plus grande et ne pourrait être fixée que par l'expérience elle-même.

» § 7. *Excitatrices. Champs magnétiques.* — Les deux machines dynamo-électriques employées à Creil et à la Chapelle ne s'excitent pas elles-mêmes. Chacune d'elles est excitée par une machine Gramme à basse tension. Celle de la Chapelle a reçu le double enroulement imaginé par M. Marcel Deprez, l'un des deux enroulements étant en dérivation, de façon à maintenir une différence de potentiel sensiblement constante aux bornes de la machine, malgré les différences de résistances qui peuvent se produire dans le circuit.

» Celle de Creil est une machine ordinaire.

» On a donc ainsi trois circuits électriques distincts :

» 1° Un circuit local à Creil formé par l'excitatrice et les inducteurs de la génératrice.

» C'est le courant de ce circuit qui produit le champ magnétique à Creil;

» 2° Un circuit local à la Chapelle, formé de même par l'excitatrice et les inducteurs de la réceptrice.

» C'est le courant de ce circuit qui produit le champ magnétique à la Chapelle.

» 3° Un circuit général ou de jonction dans lequel entrent la ligne et les anneaux des deux machines génératrice et réceptrice.

» Des courants qui traversent ces trois circuits, le dernier, celui de la ligne, est seul à haute tension.

» On aurait pu disposer les machines de façon qu'elles s'excitassent elles-mêmes et n'avoir, par suite, qu'un circuit unique comprenant la ligne avec les inducteurs et induits des deux machines. On eût ainsi supprimé les deux excitatrices et gagné le travail dépensé à les mettre en action.

» Mais les champs magnétiques se trouvant alors dans le circuit de haute tension qui produit le travail à transmettre eussent été affectés par tout changement brusque survenant dans les résistances à vaincre, et ces modifications eussent produit, dans les grandes masses métalliques que comprennent les inducteurs, des effets d'aimantation ou de désaimantation brusques, entraînant, à leur tour, de violentes réactions électriques dangereuses pour les anneaux.

» On peut se rendre compte de ces effets par le fait suivant :

» Si, à la Chapelle, à la fin d'une opération, c'est-à-dire au moment où tout courant vient de cesser, on rompt le circuit des inducteurs, il s'y produit une violente étincelle, et cela même cinq ou six secondes après que le courant a été interrompu.

» Cela tient à l'induction produite par la désaimantation du fer.

» Le champ magnétique, en quelques secondes, passe de la valeur considérable qu'il avait pendant l'opération à une valeur nulle.

» La vitesse de désaimantation est donc extrêmement grande et produit des effets d'induction extrêmement considérables.

» Le même fait se produirait à plus forte raison à Creil.

» Il était donc nécessaire, malgré le surcroît de dépense qui en résulte, de constituer des champs magnétiques à l'aide de courants de basse tension, distincts du courant de la ligne et ne participant que dans une mesure insensible aux variations que ce dernier peut subir, par suite d'à-coups dans les résistances à vaincre.

» § 8. *Commutateur de démarrage.* — Cette obligation où l'on se trouve d'exciter les machines par des courants engendrés en dehors d'elles ne soulève à Creil, où l'on dispose de la force motrice, aucune difficulté. Il n'en est pas de même à la Chapelle.

» A Creil, les locomotives mettent en mouvement, à l'aide d'une transmission par courroie, l'arbre des anneaux de la génératrice, lequel actionne à son tour celui de l'excitatrice.

» Le mouvement de l'excitatrice détermine le courant local et, par suite, le champ magnétique de Creil.

» Le mouvement de la génératrice se produisant dans ce champ magnétique détermine, par induction, le courant de la ligne. Ce courant passe donc dans les anneaux de la machine de la Chapelle; mais, comme à la Chapelle il n'y a jusqu'ici aucun champ magnétique, puisque le circuit local de la Chapelle est séparé de la ligne et ne reçoit rien, les anneaux récepteurs resteront immobiles, malgré le courant qui les traverse.

» Il n'y a donc aucune transmission de travail. On a tout au plus de l'énergie disponible.

» Pour la transformer en travail effectif, il faut créer et entretenir le champ magnétique de la Chapelle. Le moyen le plus naturel serait d'avoir là une petite machine à vapeur actionnant l'excitatrice. C'est ce moyen qu'on a employé dans les débuts; mais, au point de vue industriel, il serait absolument inacceptable; car, quand on prétend distribuer de la force, il ne faut pas commencer par exiger de ceux qui doivent la recevoir qu'ils aient chacun une petite machine à vapeur à domicile. Ce serait comme si, pour pouvoir utiliser un abonnement au gaz, il fallait commencer par avoir une petite usine chez soi.

» Mais la difficulté n'est qu'apparente et voici par quelle disposition très ingénieuse M. Deprez l'a éludée :

» On met l'arbre de l'anneau de la réceptrice en communication mécanique avec celui de son excitatrice par une courroie.

» D'autre part, quand on commence à faire un transport, à l'aide d'un commutateur, on met provisoirement le circuit local de la Chapelle dans le circuit de la ligne. Alors, le courant de celle-ci arrivant à la fois dans les anneaux et les inducteurs de la réceptrice, les anneaux se mettent en mouvement; leur mouvement se communique à l'excitatrice et, par suite, le champ magnétique de la Chapelle va croissant.

» Quand il atteint sa valeur normale, ce qui arrive au bout de peu d'instants, à l'aide du même commutateur, on sépare de nouveau le circuit local de La Chapelle de celui de la ligne. Une fois que le champ magné-

tique existe, il se maintient spontanément; car il fait mouvoir l'anneau de la réceptrice qui, entraînant par courroie celui de l'excitatrice, entretient le champ, lequel à son tour entretient le mouvement de la réceptrice.

» Les deux appareils se prêtent le même appui mutuel que le piston et le tiroir d'une machine à vapeur.

» Le commutateur ne sert donc qu'à chaque reprise du travail. Il se nomme, pour cette raison, un *commutateur de démarrage*. Par une disposition particulière, il permet d'établir ou de rompre la communication entre la ligne et le circuit local de la Chapelle d'une façon graduée et de manière à éviter tout échauffement des fils. Quatre des six galettes formant les inducteurs de la réceptrice sont introduites *en tension* dans la ligne Creil-Paris, puis, à l'aide du commutateur, retirées successivement et réintroduites *en quantité* dans le circuit de l'excitatrice.

» Le problème général consistant à faire passer par un simple mouvement de rotation des éléments d'un circuit dans un autre, que ces éléments soient en tension ou en quantité dans les deux circuits ou en tension dans l'un d'eux et en quantité dans l'autre, avait été déjà résolu. (Le rapporteur lui-même en avait donné une solution.) Mais ce qui est neuf et heureux, c'est de *mettre d'abord* en mouvement avec le courant de haute tension et d'entretenir ensuite l'aimantation avec le courant de l'excitatrice.

» § 9. *Distribution de la force à la Chapelle.* — La force reçue à la Chapelle peut naturellement être mesurée au frein. Mais, lorsqu'on ne veut pas faire de simples expériences, elle est employée, en totalité ou en majeure partie, à mouvoir les pompes des accumulateurs de la gare de la Chapelle. Le surplus, quand on le désire, est distribué entre divers appareils de manutention, à savoir :

» 1° Un marteau-pilon électrique de 80^{kg} et de $0^m,80$ de chute qui fonctionne très bien;

» 2° Un tour;

» 3° Un treuil électrique qui fait marcher une petite grue roulante pour la manutention de charges de 300^{kg};

» 4° Un frein électrique de locomotive.

» La distribution est faite par le procédé le plus naturel et peut-être, dans l'état actuel de la Science, le plus pratique.

» L'arbre de la réceptrice, qui actionne déjà, comme il vient d'être dit, sa propre excitatrice, actionne aussi mécaniquement une autre machine Gramme. Celle-ci devient donc une génératrice et procure le travail aux diverses réceptrices des appareils qu'on veut faire fonctionner.

» Parmi ces réceptrices, on doit signaler celle qui fait marcher le tour, parce qu'elle est à double enroulement.

» Le double enroulement, d'abord imaginé par M. Deprez pour obtenir une différence de potentiel constante aux bornes d'une machine génératrice, a été plus tard appliqué, par lui, aux réceptrices, et alors il leur procure une vitesse de marche sensiblement constante, malgré de notables et brusques variations de la résistance à vaincre.

» Le résultat est très net à la Chapelle. Lorsque la petite réceptrice à double enroulement travaille, elle produit une force de 54^{kgm} par seconde, soit environ $\frac{2}{3}$ de cheval, et marche à une vitesse de 1130 tours par minute.

» Si l'on enlève brusquement l'outil, en sorte qu'elle n'éprouve plus aucune résistance, sa vitesse ne dépasse pas 1400 tours.

» § 10. *Premiers résultats constatés par la Commission.* — Parmi les résultats aujourd'hui acquis, le premier qu'il convienne de signaler consiste dans la continuité et la parfaite régularité de la marche des machines, dans l'absence à peu près complète d'étincelles aux balais; il y a incomparablement moins d'étincelles dans la génératrice et la réceptrice, malgré leurs hautes tensions et leurs grandes dimensions, que dans les excitatrices qui sont à basse tension. Cela tient à la grande puissance du champ magnétique et à une excellente proportion entre le courant des anneaux et celui des inducteurs.

» Les balais des machines de M. Desprez sont calés avec une avance de 4° à 5° seulement, ce qui est très avantageux au point de vue du rendement.

» On ne remarque pas non plus d'échauffement considérable dans les machines, même après plusieurs heures de marche.

» La vitesse de marche est extrêmement modérée, environ 200 à 220 tours par minute à la génératrice, ce qui répond à une vitesse périphérique de $7^{m},50$ par seconde, tandis que, dans une machine Gramme tournant à 1000 ou 1200 tours, la vitesse à la circonférence atteint $12^{m},50$.

» Aussi a-t-on pu marcher, comme nous l'avons dit plus haut, depuis le mois de février aussi longtemps qu'on l'a désiré, et si l'on n'a pas dépassé neuf heures consécutives, c'est uniquement pour ne pas surmener le personnel sans nécessité, de pareilles durées de marche constituant une épreuve très suffisante.

» Il se peut que la réceptrice, qui a résisté jusqu'ici sans réfection, vienne à son tour à manquer. Alors on en refera les anneaux, comme on l'a fait à Creil, et le fonctionnement sera assuré pour longtemps.

» Ce sont là des résultats qui, pour être d'une vérification facile et à la portée de tous, n'en sont pas moins fondamentaux et, au point de vue pratique, aussi fondamentaux peut-être que le rendement lui-même; car le premier besoin d'un industriel est de pouvoir compter sur son outillage.

» J'aborde maintenant avec un peu plus de détails les expériences de la Sous-Commission.

» § 11. *Tarage des instruments de mesure et mesure des résistances.* — Depuis le mois de février dernier, époque à laquelle on est arrivé à une marche régulière, les ingénieurs du Chemin de fer du Nord et les électriciens spécialement attachés aux expériences ont fait journellement les mesures électriques et dynamométriques nécessaires pour déterminer le rendement obtenu, de sorte que la Commission a trouvé des instruments de mesure tout établis. Avant de s'en servir, elle a dû s'assurer de leur exactitude et faire le tarage de chaque instrument.

» Ç'a été sa première opération.

» A Creil, il y avait à tarer :

» *a.* Pour les mesures mécaniques, deux dynamomètres du système White, identiques entre eux et servant à enregistrer le travail moteur fourni par les deux locomotives;

» *b.* Pour les mesures électriques, deux galvanomètres d'intensité, à déviations proportionnelles, système Deprez, destinés l'un à mesurer le courant des anneaux et l'autre le courant des inducteurs et un potentiomètre, même système, pour mesurer la différence de potentiel aux bornes de la génératrice.

» A la Chapelle :

» *a.* Au point de vue mécanique, un frein de Prony pour mesurer le travail utile recueilli;

» *b.* Au point de vue électrique, les mêmes instruments qu'à Creil.

» Les constantes des galvanomètres ont été déterminées par la méthode de M. Cornu, déjà employée lors des expériences de la gare du Nord.

» Les dynamomètres ont été tarés à l'aide du frein de Prony.

» Ce contrôle, dont les résultats sont consignés au Tableau annexe I (p. 337), a montré la parfaite exactitude des instruments de mesure employés, ainsi que des coefficients propres à chacun d'eux.

» Les différences entre les résultats obtenus par la Commission et les résultats moyens des nombreuses observations relevées journellement par les ingénieurs attachés aux expériences sont partout de l'ordre des erreurs d'observation.

» L'exactitude des instruments reconnue, on a mesuré les résistances des machines et de la ligne; les mesures ont été faites par la méthode ordinaire du pont de Wheatstone. Les résultats en sont consignés au Tableau n° 2.

» § 12. *Expériences pratiques de transport.* — Ces opérations préliminaires terminées, le 24 mai, une partie de la Sous-Commission s'est rendue à Creil et une autre partie à la Chapelle, pour faire les expériences de transport. Les résultats de ces expériences sont consignés au Tableau n° 1. On a opéré, en faisant varier la vitesse de marche de la génératrice depuis 168 tours jusqu'à 218 tours par minute; sa force électromotrice a varié depuis un minimum de 4887 volts jusqu'à un maximum de 6290 volts.

» La force consommée à Creil a varié (abstraction faite des décimales) de 67 à 116 chevaux, et celle recueillie à Paris de 27 à 52 chevaux.

» *Le rendement augmente avec la force transportée.* — Le rendement industriel a varié de 40,78 à 44,81, soit environ de 41 à 45 pour 100. Sauf une petite anomalie dans l'expérience 3, il augmente avec le nombre des chevaux transportés, ce qui tient à des pertes sensiblement constantes, comme celles nécessitées par les champs magnétiques, pertes qui sont comme les frais généraux de l'opération. Ils deviennent de moins en moins sensibles à mesure qu'on opère sur une plus grande échelle.

» Ainsi, c'est l'expérience la plus importante, celle dans laquelle on a pris 116 chevaux à Creil pour en recevoir 52 à Paris, qui a donné le rendement le plus grand, celui de 45 pour 100.

» Le fait qu'on peut ainsi transporter industriellement 116 chevaux de force brute à 56^{km} de distance en en tirant un rendement industriel strictement mesuré de 45 pour 100 et en ne dépassant pas une vitesse de 218 tours à la génératrice, et cela avec continuité, sans fatiguer les machines, constitue un résultat extrêmement remarquable, auquel il était difficile de s'attendre et qu'il convient de signaler hautement.

» § 13. *Discussion.* — Mais il ne suffit pas de constater le fait brut du rendement de 45 pour 100. Il importe de rechercher comment ont été consommés les 55 pour 100 de force perdue. Ils l'ont été évidemment, en partie, par les machines, en partie par la ligne.

» *Travail absorbé par la génératrice.* — Le travail communiqué à la génératrice a été de 116 chevaux. La différence des potentiels aux bornes de cette machine est de 6004 volts. L'intensité du courant est $9^{amp},789$.

» Donc le travail disponible aux bornes de la génératrice, exprimé en

chevaux, est

$$\frac{6004 \times 9,879}{75 \times g} = \frac{6004 \times 9,879}{735,66} = 80^{\text{chx}},4.$$

La perte de travail par la génératrice est donc de

$$116^{\text{chx}} - 80^{\text{chx}} = 35^{\text{chx}},6.$$

» *Travail absorbé par la réceptrice.* — La différence des potentiels aux bornes de la réceptrice est de 5456^{volts}; l'intensité du courant y est de $9^{\text{amp}},824$; le travail que reçoit la réceptrice à son entrée, exprimé en chevaux, est donc

	chx
$\frac{5456 \times 9,824}{735,66}$, soit	73,1
Le travail utile recueilli à sa sortie étant de	52,1
Le travail perdu par la réceptrice est de	21,0

» *Travail absorbé par la ligne.* — Le travail disponible ayant été trouvé

	chx
Aux bornes de la génératrice de	80,4
Aux bornes de la réceptrice de	73,1
Le travail perdu par la ligne est de	7,3

» Mais le chiffre obtenu de la sorte ne mériterait aucune confiance. En effet, il résulte de la différence de deux nombres très grands. Pour peu qu'on se soit trompé dans les observations relatives à chacun d'eux, l'erreur relative commise sur leur différence peut être de même ordre que cette différence elle-même.

» Cela est d'autant plus vrai qu'il faut noter que toutes les mesures prises sont des mesures industrielles et non des mesures de précision.

» Il est donc indispensable de déterminer directement la perte de la ligne. Cette perte en chevaux est le produit de la résistance de la ligne par le carré de l'intensité moyenne du courant, divisé par $75g$.

» La résistance de la ligne (Tableau II) étant de $97^{\text{ohms}},45$ et le courant moyen (Tableau I) de $9^{\text{amp}},85$, le travail cherché est

$\frac{97,45 \times 9,85^2}{75g} = \frac{97,45 \times 97,02}{735,66} = \frac{9454,60}{735,66}$	12,7
au lieu de	7,3
trouvés ci-dessus,	
soit une différence de	5,4

» La perte totale constatée au dynamomètre et au frein étant de

$$116 - 52 = 64^{\text{chx}},$$

la perte totale par les machines ne peut être que de

$$64 - 12,7 = 51^{\text{chx}},3$$

au lieu de $56^{\text{chx}},6$ résultant des observations électriques.

» Si l'on répartit cette différence proportionnellement sur les deux machines, on trouvera définitivement les chiffres suivants :

Perte par la génératrice	$\dfrac{35,6 \times 51,3}{56,6}$	$= 32^{\text{chx}},2$
Perte par la réceptrice	$\dfrac{21,1 \times 51,3}{56,6}$	$= 19,1$
Perte par la ligne		12,7
Total		64,0

» On voit par ce qui précède que la perte due à la ligne est très faible et que ce sont les machines qui consomment le plus de force.

» On est dès lors conduit à se poser cette question :

» Quelle est la valeur industrielle des machines construites par M. Deprez?

» Pour préciser la discussion, nous nous attacherons plus particulièrement à la machine de Creil, puisque aussi bien c'est la plus importante comme dimensions et celle qui répond le mieux aux idées actuelles de l'inventeur, et nous discuterons l'expérience la plus importante, celle où l'on a consommé 116 chevaux à Creil.

» § 14. *Examen de la valeur industrielle de la machine de Creil.* — Une pareille machine peut être envisagée à quatre points de vue :

» 1° Au point de vue des qualités de ses inducteurs ou de son champ magnétique;

» 2° Au point de vue des qualités de ses induits ou anneaux;

» 3° Au point de vue des qualités d'ensemble de la machine ou de son rendement industriel;

» 4° Au point de vue de ses qualités mécaniques.

» Ces dernières qualités, nous les avons reconnues par la facilité de construction et de réparation de la machine, ses dimensions massives, la lenteur de sa marche. Nous n'y reviendrons pas.

» 1° *Valeur économique de son champ magnétique.* — Si l'on fait mou-

voir dans un champ magnétique un fil de cuivre de 1^m de longueur avec une vitesse de 1^m par seconde, il naît dans le fil une force électromotrice qui peut servir de mesure à l'intensité du champ.

» Il suffit de multiplier le nombre de volts qui constituent cette force électromotrice par 10^4 pour avoir la mesure du champ en unités C.G.S.

» Mais l'intensité ne forme pas, à elle seule, la valeur économique d'un champ magnétique. Son volume intervient également dans la grandeur des effets qu'on en peut obtenir. Ce volume, dans une machine dynamo-électrique, est compris entre les deux cylindres concentriques qui limitent les inducteurs et les noyaux des induits.

» Dans la machine de Creil, la distance entre les surfaces cylindriques qui limitent les inducteurs et le noyau des induits est de $0^m,06$. La circonférence moyenne du volume annulaire occupé par le champ a $0^m,74$ de diamètre. La largeur du champ de chaque anneau, égale à la largeur du noyau de l'anneau, est d'ailleurs de $0^m,40$. Il en résulte que le volume des champs des deux anneaux est

$$V = 2 \times \pi \times 0,74 \times 0,06 \times 0,40,$$

soit environ $V = 111^{dmc}$.

» D'autre part, si nous prenons toujours l'expérience la plus importante, celle où l'on a consommé 116 chevaux, la force électromotrice développée par le champ dans l'anneau de la génératrice est de 6290^{volts}, la vitesse étant de 218 tours par minute.

» L'anneau est divisé en 196 sections, soit sur une des moitiés comprises entre les balais $\frac{196}{2} = 98$ sections, ayant chacune 20^m de fil utile (50 brins de $0^m,40$ de longueur).

» La longueur totale du fil utile est donc de

$$98 \times 20 = 1960^{mq}.$$

» La circonférence moyenne décrite ayant $0^m,74$ de diamètre, soit $2^m,32$ de tour, la surface décrite par le fil, dans un tour de l'anneau, est

$$1960 \times 2,32 = 4547^{mq},$$

soit pour les deux anneaux

$$2 \times 4547 = 9094^{mq}.$$

Comme la vitesse est de 218 tours par minute, la surface décrite par seconde

est

$$\frac{9094 \times 218}{60} = 33041^{mq}$$

» La force électromotrice étant de 6290 volts, on obtient, par unité de vitesse,

$$\frac{6290}{33041} = 0^{volt},190.$$

» Donc, en unités C.G.S., le champ est

$$H = 0,190 \times 10^4 = 1900 \text{ unités.}$$

» Évaluons à présent la force brute qu'il a fallu dépenser pour l'obtenir.

» Les expériences (Tableau III) montrent qu'avec un courant de 36 ampères dans l'excitatrice, courant très voisin de celui 36,30 existant (Tableau I) dans le champ magnétique relatif à l'expérience de transport que nous examinons, le travail observé au dynamomètre, nécessaire pour faire fonctionner l'excitatrice, a été de $12^{ch},68$.

» Ainsi, en résumé, la génératrice de Creil fournit un champ magnétique de 1900 unités, d'un volume de 111^{dmc}, moyennant une force de $12^{chx},68$.

» *Comparaison avec le champ magnétique de la machine Gramme* (type A.) — Faisons le même calcul pour la machine Gramme (type A). Pour obtenir un champ de 1900 à 2000 unités, il faut, dans cette machine, un courant de 20 ampères traversant un circuit inducteur dont la résistance est de $0^{ohm},6$.

» Le travail dépensé est donc

$$\frac{0,6 \times \overline{20}^2}{75g} = \frac{0,6 \times \overline{20}^2}{736} = 0^{ch},326.$$

» Les dimensions du champ dans la machine Gramme sont les suivantes :

	m
Épaisseur annulaire du champ	0,01
Longueur de la circonférence moyenne	0,55
Largeur du noyau de fer	0,10

d'où, pour le volume du champ,

$$V = 0,55 \times 0,10 \times 0,01 = 0^{dmc},55,$$

soit environ $\frac{1}{200}$ de celui de la machine de Creil.

» Donc, pour produire, avec des machines type A, un champ de même intensité et de même volume que celui de Creil, il faudrait 200 machines Gramme.

» Comme chacune d'elles dépense $0^{ch},326$, la force nécessaire serait de

$$200^{chx} \times 0,326 = 65^{chx}$$

au lieu de $12^{chx},60$ consommés à Creil. Il faudrait donc environ 5 fois plus de force.

» En outre, le poids de cuivre de chaque machine type A est d'environ 30^{kg}; la dépense en cuivre serait donc de 6000^{kg} au lieu qu'elle n'est que de 2534^{kg} dans la machine de M. Deprez.

» On voit donc qu'au point de vue de la création du champ magnétique, les grands inducteurs employés par M. Deprez sont extrêmement avantageux.

» 2° *Valeur des anneaux de cuivre.* — L'anneau d'une machine dynamo-électrique est d'autant plus parfait qu'il s'y produit moins de travaux parasites, c'est-à-dire de travaux autres que ceux qu'on peut recueillir aux balais. Tels sont les travaux absorbés par les courants de Foucault dans les noyaux de fer, par les phénomènes de self-induction se produisant deux fois par tour pour chaque section de l'anneau.

» Mais il peut y avoir d'autres causes de perte de travail non analysées ou provenant de vices de construction de l'anneau.

» Appelons T_i le travail ainsi perdu par des causes connues ou inconnues; T_m le travail moteur brut fourni et mesuré au dynamomètre; T_e la partie de ce travail consacrée à l'excitatrice; T_f celui consommé par les résistances passives mécaniques, telles que frottement de l'arbre de la machine, des balais, raideur des courroies, vibrations, etc.

» La valeur du travail réellement fourni à l'anneau est

$$T_m - T_e - T_f - T_i.$$

» Or ce travail, comme on sait, est égal au produit $\frac{EI}{75g}$ de la force électromotrice par le courant divisé par $75g$. On a donc rigoureusement

$$T_m - T_e - T_f - T_i = \frac{EI}{75g},$$

d'où

$$\frac{\frac{EI}{75g}}{T_m - T_e - T_f} = 1 - \frac{T_i}{T_m - T_e - T_f},$$

» Si l'anneau était parfait, si aucun de ces travaux parasites désignés par T_i n'existait, le premier membre serait l'unité.

» La valeur de ce premier membre, toujours inférieure à l'unité, est ce qu'on nomme habituellement le *coefficient de transformation de la machine* et pourrait se nommer plus exactement le *rendement de l'anneau*. C'est en effet l'anneau qui est d'autant meilleur que ce chiffre est plus voisin de l'unité.

» Établissons, comme nous l'avons fait pour le champ magnétique, la comparaison entre l'anneau de la machine Gramme (type A) et celui de Creil.

» La force électromotrice de la machine de Creil, exprimée en chevaux, est

$$\frac{EI}{75g} = \frac{6290 \times 9,879}{735,66} = 84^{chx},5.$$

» Le travail moteur est

$$T_m = 116^{chx}.$$

» D'autre part (Tableau III), à une vitesse de 208 tours, le travail absorbé par le frottement (circuit ouvert) est $9^{chx},38$; donc, pour 218 tours, ce sera

$$T_f = \frac{218}{208} \times 9,38, \quad \text{soit} \quad 9^{chx},85.$$

» Le travail absorbé par l'excitatrice en action (avec le courant de 36^{amp}, qui est sensiblement celui de notre expérience, est (Tableau III)

$$T_e = 12^{chx},68,$$

d'où

$$T_m - T_e - T_f = 116 - 12,68 - 9,85 = 93,47$$

et, pour le coefficient de transformation,

$$\frac{84,5}{93,47} = 0,90.$$

» *Comparaison avec l'anneau Gramme* (*type* A). — Or la machine type A donne, d'après les expériences faites à l'Exposition de 1881, par MM. Tresca, Potier, etc., un coefficient analogue.

» Il résulte de là que l'anneau de Creil, malgré ses grandes dimensions et la grande longueur de fil contenue dans chaque section, et qui semblerait de-

voir accroître, dans une proportion extrêmement grande, notamment les phénomènes de self-induction, est aussi parfait que les petits anneaux.

» En résumé, comme production du champ magnétique, les dispositions adoptées par M. Marcel Deprez sont extrêmement avantageuses; d'autre part, son anneau fournit le même rendement que celui des machines Gramme (type d'atelier), et cela, avec une vitesse de marche de beaucoup inférieure et une grande facilité de construction et de réparation.

3° *Rendement industriel de la machine de Creil.* — Après avoir étudié chacune des deux parties (inducteurs et induits) de la machine de Creil, prenons-la dans son ensemble, de manière à en indiquer le rendement effectif.

» On définit habituellement le rendement d'une machine dynamo-électrique par le rapport

$$\frac{\frac{EI}{75g}}{T_m}$$

de son travail électrique au travail moteur qu'on lui fournit. Ce rendement dans l'expérience que nous considérons serait

$$\frac{84,5}{116} = 0,725,$$

soit environ 0,73.

» Mais ce qui intéresse l'industriel, ce n'est pas le travail électrique d'une machine génératrice, mais le travail qu'on récolte à ses bornes, comparé à celui qu'on lui fournit. Le rendement ainsi entendu (et c'est le plus défavorable que l'on puisse considérer) est le rapport

$$\frac{\frac{\varepsilon I}{75g}}{T_m} = \frac{6004 \times 9,879}{735,66 \times 116},$$

ε étant la différence de potentiel aux bornes de la machine.

» On obtient ici 0,70, soit environ 30 pour 100 de perte. Ce chiffre est probablement excessif, puisque, en calculant directement la perte due à la ligne, nous avons vu que les pertes dues aux machines sont, en fait, un peu moindres que celles résultant des observations électriques.

» Nous avons trouvé (§ 14) que la perte de la génératrice est de $32^{\text{chx}},2$ sur 116 qu'elle reçoit, soit

$$\frac{32,2}{116} = 27,7 \text{ pour } 100, \quad \text{soit} \quad 28 \text{ pour } 100,$$

ce qui lui donnerait un rendement de 0,723, soit environ 72 pour 100. Les ingénieurs de M. Deprez ont trouvé 73 à 74 pour 100. Admettons la perte la plus grande de 28 pour 100; elle se répartit ainsi :

» Sur 116 chevaux de force motrice fournie, $9^{chx},85$ ont été perdus en frottement, raideur des cordes, etc.; $12^{chx},68$ ont été consacrés à faire marcher l'excitatrice; le surplus a été transformé en chaleur sur l'anneau.

» De là résulte qu'on peut résumer les pertes dues à la génératrice :

	Pour 100.
1° Pertes mécaniques (frottements, raideur des cordes, vibrations, etc.).	8,5
2° Force dépensée à produire le champ magnétique	11
3° Échauffement de l'anneau	8,5
Total..................	28

» § 15. *Rendement industriel de la machine de La Chapelle.* — Pour une réceptrice le rendement industriel (entendu aussi dans le sens le plus défavorable) est le rapport de la force qu'elle absorbe à ses bornes à celle qu'elle fournit au frein sur l'arbre de son anneau. Les résultats numériques du Tableau I indiquent, dans l'expérience dont nous nous occupons, que le rendement ainsi entendu est de 76,5 pour 100.

» § 16. *Rendement industriel des deux machines accouplées.* — Ce qui ressort avec certitude des observations dynamométriques, c'est que la perte totale est de 64 chevaux. Et comme la ligne a absorbé $12^{ch},7$, les deux machines ensemble ont absorbé $51^{ch},3$.

» Il résulte de là que, dans tout transport de force, si faible que soit la distance du transport, par le seul fait qu'on est obligé d'employer deux machines, on ne peut, avec la vitesse de 200 tours admise à Creil, la force électromotrice d'environ 6290 volts et l'excitation séparée, compter que sur un rendement de

$$1 - \frac{51,3}{116} = \frac{64,7}{116} = 55,43 \text{ pour } 100.$$

» Le rendement moyen de chacune des deux machines strictement observé est donc

$$\sqrt{0,5543} = 74 \text{ pour } 100,$$

ce qui est sensiblement conforme au résultat obtenu pour chacune d'elles.

» Du rendement de 0,5543, soit en nombre rond de 55 pour 100 fourni par les deux machines réunies, il faut retrancher, dans chaque cas, le travail perdu par la ligne.

» § 17. *Conclusions.* — 1° On peut affirmer aujourd'hui la possibilité, avec une seule génératrice et une seule réceptrice, de transporter à une distance de 56^{km} une force industriellement utilisable d'environ 52 chevaux avec un rendement de 45 pour 100, sans dépasser un courant de 10 ampères, une vitesse angulaire de 216 tours à la minute ou une vitesse périphérique de 7^{m}, 50 par seconde.

» Si l'on tient compte de la force absorbée par les dynamomètres et autres instruments de mesure, par les courroies et les appareils disposés en vue de faciliter les expériences ou la recherche des meilleures proportions à adopter pour les organes de transmission, toutes choses qui n'existeraient pas dans les applications industrielles, on peut dire, dès à présent, que, dans la pratique, le rendement sera très voisin de 50 pour 100.

» Sur la perte de 55 pour 100 les deux machines avec leurs excitatrices ont absorbé à elles seules environ 45 pour 100 et la ligne environ 10 pour 100.

» Dans chaque cas la ligne absorbera plus ou moins suivant qu'on adoptera un fil plus ou moins gros.

» Quand on disposera de beaucoup de force à bon marché et que, par suite, on ne tiendra pas au rendement, on emploiera du fil de faible section, ce qui rendra l'installation plus économique, mais absorbera plus de force.

» Si, au contraire, la force dont on dispose est mesurée et qu'on veuille en tirer le parti le plus avantageux possible, on devra faire un sacrifice sur les frais de premier établissement en adoptant un gros fil. On voit que c'est là un problème ordinaire d'ingénieur à résoudre, dans chaque cas, suivant les circonstances.

» 2° Le fonctionnement des machines est aujourd'hui extrêmement satisfaisant par sa régularité et sa continuité.

» Depuis le mois de février, on a marché moyennement pendant cinq heures par jour et jusqu'à neuf heures sans échauffement grave, sans brûlure de fil, sans étincelles aux balais.

» 3° La vitesse de la génératrice quand elle consomme 116 chevaux n'est que de 216 tours à la minute et celle de la réceptrice de 295 tours. Ce sont des vitesses industrielles et avec lesquelles on ne devait pas s'attendre à produire de si grands effets, et c'est un spectacle vraiment majestueux que celui d'une machine dynamo-électrique marchant avec cette lenteur et assez puissante pour que, à chaque tour que font ses anneaux, un travail mécanique de 1000^{kgm} à 1200^{kgm} devienne industriellement utilisable à 56^{km} du point où ils tournent.

» 4° La force électromotrice maxima est de 6290 volts.

» Le danger résultant de l'emploi de telles tensions est une des principales objections qu'on adresse à ces expériences, au point de vue de leur application à la pratique courante.

» Nous croyons que c'est là un préjugé qu'il importe de ne pas laisser s'accréditer.

» Les expériences de Creil durent depuis plus de six mois; c'est la première fois que le personnel qui y est employé manie ces hautes tensions, et pourtant on n'a pas eu le moindre accident à déplorer, ce qui prouve qu'avec des précautions le danger peut être conjuré.

» D'ailleurs, toutes les industries humaines, sans exception, sont pleines de dangers, surtout les industries naissantes.

» A mesure qu'elles progressent le danger diminue, mais sans jamais disparaître. Il y aura toujours des heures où la fatalité triomphera de la prévision humaine. Ces moments douloureux, l'homme les accepte comme des épisodes sans influence sur le résultat final de sa lutte contre les forces naturelles.

» Les catastrophes que nous réservent encore aujourd'hui, malgré les progrès accomplis, les deux plus grandes industries du monde, celle des chemins de fer et celle des transports maritimes, n'empêchent heureusement personne de profiter de leurs bienfaits.

» Il en sera de même pour le transport de la force, s'il donne les résultats qu'il est permis aujourd'hui d'en espérer.

» 5° Une autre crainte que pouvait inspirer l'emploi des hautes tension résulte des pertes d'électricité qu'elles devaient faciliter en route.

» L'expérience, qui seule pouvait prononcer en cette matière, n'a pas justifié ces craintes, que la théorie rendait acceptables.

» Par tous les temps, la résistance de la ligne est restée sensiblement constante à température égale, et la différence des courants de Creil et de La Chapelle a toujours été très faible. On en peut juger par les chiffres du Tableau I.

» 6° En acceptant une vitesse de 300 tours au lieu de 200, ce qui paraît très admissible et ce qui, selon les convictions de M. Deprez, est largement réalisable, on pourrait, sans même accroître la force électromotrice, uniquement en diminuant la résistance des anneaux, gagner encore sur le rendement.

» M. Deprez espère ainsi dépasser le rendement de 50 pour 100 d'abord annoncé par lui.

» A plus forte raison en sera-t-il ainsi si l'on consent à accroître la force électromotrice, ce qui peut se faire sans augmenter le poids du cuivre des machines et sans changer leurs vitesses, et ce que M. Deprez regarde comme réalisable. Toutefois, sur ce point, l'expérience n'a pas encore décidé.

» 7° En ce qui touche le fil, la Commission estime qu'il peut rester nu sur toute sa longueur, sauf à son entrée et à sa sortie des usines, pourvu qu'on le mette partout ailleurs hors de portée de la main et à une distance d'au moins $0^m,75$ à 1^m des fils télégraphiques et téléphoniques, de façon qu'il ne puisse s'y mêler, quelque vent qu'il fasse, ni exercer sur eux aucun effet d'induction.

» 8° Le prix de revient d'un projet de transport ne peut naturellement pas se baser sur les dépenses faites dans des expériences où tout était à créer. La Commission a cependant tenu à se renseigner sur le coût probable du transport de 50 chevaux entre Paris et Creil, avec les tensions fournies par ces expériences.

» Il semble que ce prix pourrait être établi ainsi :

Machine génératrice....................	50000^{fr}
Machine réceptrice......................	30000
Ligne de 56^{km}, estimée à 800^{fr} le kilomètre (aller et retour)......................	44800
Total..................	124800

» Ce prix est donné à titre de simple indication. M. Deprez considère qu'il sera notablement diminué par le fait d'une fabrication courante des machines, comme aussi par d'importantes améliorations qu'il compte y apporter, en mettant à profit l'enseignement tiré des expériences actuelles.

» 9° Au point de vue scientifique, ces expériences paraissent réduire à néant, ou à bien peu de chose, les effets de self-induction qui sembleraient devoir résulter des changements brusques de polarité qui se produisent deux fois par tour, au passage de chaque fil devant les balais.

» Elles montrent aussi qu'avec une construction soignée, on peut se garer, même dans les plus grandes machines, des courants de Foucault.

» Enfin elles confirment les lois de l'induction électrodynamique bien au delà des limites qu'on avait pu atteindre dans les expériences antérieures.

» J'ajoute que le Rapport de la Commission se termine en ces termes :

» La Commission, au nom de la Science et de l'Industrie, adresse ses

chaleureuses félicitations à M. Marcel Deprez pour les admirables résultats qu'il a obtenus. Elle exprime à MM. les barons de Rothschild sa vive reconnaissance pour l'inépuisable générosité avec laquelle ils ont doté cette gigantesque expérience. »

TABLEAU I. — Expériences de transport

faites par la Commission d'examen le 24 mai 1886.

Numéros d'ordre	1.		2.		3.		4.		5.	
	Creil.	Paris.	Creil.	Paris.	Creil.	Paris.	Creil.	Paris.	Creil.	Paris.
Heures	$10^h,20$	»	$10^h,30$	»	$10^h,40$	»	$11^h,00$	»	$11^h,10$	»
Intensité — Déviation du galvanomètre : $K = \begin{cases} {}^{*}\text{Creil } K_{VI} = 0,300 \\ \text{Paris } K_{V} = 0,222 \end{cases}$	22,93	30,75	25,18	33,50	27,43	36,50	30,43	40,25	32,93	44,25
Intensité — Intensité en ampères	$6^a,879$	$6^a,827$	$7^a,554$	$7^a,437$	$8^a,229$	$8^a,103$	$9^a,129$	$8^e,936$	$9^a,879$	$9^a,824$
Intensité moyenne	6,85		7,50		8,17		9,25		9,85	
Force électromotrice. — Déviation du potentiomètre : $K = \begin{cases} {}^{**}\text{Creil } K_{IX} = 164^v,5 \\ \text{Paris } K_{II} = 129,3 \end{cases}$	28,50	32,20	30,37	35,50	32,62	37,40	34,75	39,20	36,50	42,20
Force électromotrice. — Potentiel aux bornes	4688^{vol}	4163^{vol}	4996^{vol}	4526^{vol}	5366^{vol}	4836^{vol}	5716^{vol}	5069^{vol}	6004^{vol}	5456^{vol}
Force électromotrice. — Force électromotrice	4887	3902	5215	4242	5605	4527	5981	4711	6290	5081
Champ magnétique. — Déviation du galvanomètre : $K = \begin{cases} {}^{*}\text{Creil } K_{VII} = 1,027 \\ \text{Paris } K_{IV} = 1,106 \end{cases}$	30,25	25,00	31,00	26,50	30,25	27,50	33,50	29,00	35,35	31,00
Champ magnétique. — Intensité en ampères	31,07	27,65	31,84	29,31	31,07	30,42	34,40	32,07	36,30	34,29
Champ magnétique. — Travail électrique (en chevaux)	7,54	3,97	7,92	4,46	7,54	4,81	9,25	5,34	10,30	6,11
Nombre n de tours par minute	168	244	182	257	199	267	206	278	218	295
Somme y des ordonnées du dynamomètre	171,5	»	181	»	188	»	213	»	228	»
Abscisse x du dynamomètre	84	»	92	»	99	»	»	»	»	»
Travail dynamométrique à la génératrice $\left(T_m = \frac{xy}{216} \text{ en chevaux}^{***}\right)$	66,7	»	77,1	»	86,1	»	102	»	116	»
Charge P au frein de la réceptrice ($L = 2^m,30$, bras de levier du frein)	»	35^k	»	40^k	»	45^k	»	50^k	»	55^k
Travail mécanique utile de la réceptrice donné par le frein $\left(T_u = \frac{2\varpi L n P}{60 \times 75} \text{ en chevaux}\right)$	»	27,2	»	32,8	»	38,6	»	44,8	»	52
Rendement mécanique industriel	40,78		42,54		44,83		43,92		44,81	

* Une déviation d'un degré du galvanomètre vaut K ampères.

** Une déviation d'un degré du potentiomètre vaut K volts.

*** La formule $T_m = \frac{xy}{216}$ résulte du tarage des dynamomètres.

TABLEAU II.

Mesures faites par la Commission d'examen des expériences.

RÉSISTANCES.

		ohms
Génératrice	Anneaux	29,00
	Inducteurs	5,75
Réceptrice	Anneaux	38,18
	Inducteurs	3,82
Ligne		97,45

Excitatrice de Creil (anneau et inducteurs en tension) 1,26

Excitatrice de la Chapelle. — Elle est à double enroulement sur les inducteurs : un enroulement à gros fil dans le circuit formé par l'anneau et les inducteurs de la réceptrice et un circuit à fil fin, en dérivation.

Anneau	0,28
Enroulement à gros fil	0,12
Enroulement à fil fin	27,81

TABLEAU III. — Expériences
sur le fonctionnement de l'excitatrice et des transmissions.

Position de la courroie sur les cônes.	Nombre de tours par minute des transmissions.	Travail sur l'arbre moteur mesuré aux dynamomètres. Nombre de tours des dynamomètres K^{mm}.	Ordonnées totales des enregistreurs y^{mm}.	$T_m = \frac{xy}{216}$. Courroie de l'excitatrice tombée.	Courroie de l'excitatrice montée. Circuit ouvert *b*.	Courroie de l'excitatrice montée. Circuit fermé *a*.	Travail absorbé par l'excitatrice en action $a-b$.	Nombre de tours par minute de la génératrice et du grand cône*.	Nombre de tours par minute du petit cône* théoriques.	Nombre de tours par minute du petit cône* pratiques.	Excitatrice. Nombre de tours par minute théoriques.	Excitatrice. Nombre de tours par minute pratiques.	Travail fourni pour le champ magnétique de la génératrice $C = \frac{RI^2}{75g}$. Nombre de divisions du galvanomètre *n*.	Intensité du courant $I = nK$.	Résistance des inducteurs de la génératrice R.	C.	Observations.
				chx	chx	chx	chx						d	A	w	chx	
1	52	78	16,5	5,95	»	»	»	156	170,5	170	»	»	»	»	»	»	K = 1,03 (coefficients
1	52,2	78,5	18	»	6,54	»	»	157,5	172,2	172	1002	972	»	»	»	»	du galvanomètre).
1	52,1	78,2	50	»	»	18,10	11,56	157	172	172	1002	951	31,25	32,2	7	9,86	* Cônes reliés par courroies pour permettre de faire varier la vitesse de l'excitatrice.
2	»	»	»	6,28	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
2	»	»	»	»	7,04	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
2	52,5	79	66	»	»	24,14	17,10	156	200	198	1155	1116	37,5	38,6	7	14,2	
3	51,2	77	18,2	6,59	»	»	»	155	236	237	»	»	»	»	»	»	—
3	»	»	»	»	7,54	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1re *série d'expériences.*
3	52,1	78,2	90,3	»	»	34,08	26,54	158	240	236	1376	1341	46	47,4	7	21,3	Poulie de 200mm, montée
5	51,6	77,5	19,3	6,92	»	»	»	154	334	339	»	»	»	»	»	»	sur l'arbre de l'excitatrice.
5	52,1	78,5	23,5	»	8,54	»	»	155	336	330	1925	1920	»	»	»	»	
1	67,5	101	17,5	8,17	»	»	»	204	224	224	»	»	»	»	»	»	
1	68	102	18	»	8,49	»	»	204	224	224	870	868	»	»	»	»	
1	68	102	34	»	»	16,06	7,57	205	224,5	224	858	858	27,25	28,1	7	7,5	2e *série d'expériences.*
2	»	»	»	8,38	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
2	69,2	104	19,5	»	9,38	»	»	208	267,5	267	1070	1052	»	»	»	»	Poulie de 300mm, montée
2	68,2	102,5	46,5	»	»	22,06	12,68	205	263,5	260	1010	1010	35	36	7	12,3	sur l'arbre de l'excitatrice.
3	68	102	18	8,50	»	»	»	203	307	307	»	»	»	»	»	»	
3	67,5	101	20,5	»	9,58	»	»	203	307	306	1190	1185	»	»	»	»	
3	67,5	101	62,5	»	»	29,25	19,67	204	308	305	1185	1163	42	43,3	7	17,8	
1	100	151	21,05	14,65	»	»	»	306	335	334	»	»	»	»	»	»	3e *série d'expériences.*

Après la lecture de ce Rapport, M. **Marcel Deprez** remercie ses Confrères, MM. J. Bertrand, Edm. Becquerel et A. Cornu, pour la part active qu'ils ont prise aux travaux dont M. Lévy vient de faire une analyse si profonde et si claire.

Il saisit cette occasion pour adresser aussi ses remercîments à ses collaborateurs, M. Sarcia, Ingénieur chargé de la construction des machines et de la direction du poste de Creil; M. Géraldy, Ingénieur des Ponts et Chaussées chargé de la direction du poste de Paris; M. Minet, chargé de la graduation et du contrôle des instruments de mesures électriques; MM. Duché et Clémenceau, Ingénieurs préposés aux expériences de mesures et à la surveillance des machines.

« Qu'il me soit permis, ajoute en terminant M. Marcel Deprez, d'adresser l'expression de ma reconnaissance à MM. de Rothschild, sans le généreux concours desquels une si grande expérience n'aurait jamais pu être faite. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Hugoniot** obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat divers Mémoires qui ont été déposés par lui, et qui n'ont point fait l'objet de Rapports.

CORRESPONDANCE.

ACOUSTIQUE. — *Mesure de la hauteur des sons par les flammes manométriques.* Note de M. **E. Doumer**, présentée par M. Mascart.

« Les flammes manométriques n'ont guère servi jusqu'à ce jour que de méthode de démonstration et d'étude sommaire du timbre des sons vocaux. Elles sont cependant susceptibles d'applications plus variées et peuvent en particulier rivaliser avec la méthode graphique pour la détermination de la hauteur des sons.

» Il suffit pour cela de prendre deux flammes manométriques voisines, actionnées l'une par un son de hauteur très exactement connue, l'autre par le son dont on veut connaître la hauteur, et de mesurer, à l'aide du miroir tournant, combien de vibrations du son à étudier correspondent à un nombre connu de vibrations du son chronographe. Une simple proportion donne la hauteur cherchée.

» Cette méthode, très simple en théorie, se complique et devient à peu près irréalisable en pratique à cause des défauts de centrage du miroir. Mais elle retrouve toute sa simplicité et acquiert en outre une certaine élégance si, au miroir tournant, on substitue une plaque sensible, en un mot si l'on photographie simultanément, et sur la même plaque, les deux flammes manométriques.

» L'appareil photographique dont je me sers est une chambre noire allongée transversalement, munie d'un objectif à foyer très court et suffisamment achromatique. Dans l'intérieur de la chambre se trouve un cadre mobile destiné à recevoir le châssis contenant la plaque sensible. Il peut être mû, soit automatiquement, soit à la main, et passer avec une vitesse convenable au foyer de l'objectif. Un système à déclenchement, imaginé par M. Albert Duboscq, assure la fermeture de ce dernier dès que la plaque a subi l'action de la lumière, et la préserve ainsi de toute action décomposante ultérieure.

» La mise au point se fait facilement, soit par le déplacement de l'objectif, soit mieux par celui des deux flammes manométriques.

» La rapidité des mouvements des flammes que l'on veut photographier est telle que l'on doit avoir recours aux plaques les plus sensibles. Celles de Monckhoven fraîches m'ont donné de fort bons résultats; je leur préfère toutefois les plaques extrêmement sensibles préparées à l'iodure d'argent d'après la formule de Frank.

» Mais, quelles que soient les plaques employées, les négatifs seraient trop faibles si l'on n'avait la précaution d'employer un objectif à court foyer et de rendre les flammes aussi brillantes que possible. On y arrive facilement en carburant le gaz par un passage lent sur de la pierre ponce imprégnée de benzine et en le brûlant dans l'oxygène pur. En réglant convenablement l'arrivée du gaz et celle de l'oxygène, on obtient une flamme d'un grand éclat.

» Les plaques impressionnées dans la chambre noire sont développées par les procédés habituels de la Photographie; elles portent alors deux rangées de dents parallèles qui correspondent l'une aux vibrations de la flamme chronographe, l'autre aux vibrations de la flamme actionnée par le son dont on veut mesurer la hauteur.

» La comparaison des deux flammes est dès lors chose aisée; elle peut se faire de deux façons : ou bien par la mesure des nombres de vibrations et fractions de vibration compris dans des longueurs égales, ou bien par

la détermination de l'espace occupé par des nombres entiers connus de vibrations.

» Si la hauteur des flammes a été convenablement réglée, de façon à donner des images de $1^{mm},5$ à 2^{mm}, ces mesures s'exécutent avec une grande facilité et une précision remarquable.

» Cette méthode, imaginée dans le but de recherches de longue haleine sur les sons vocaux, a été vérifiée avec grand soin pour les sons correspondant aux gammes ut_1, ut_2, ut_3, ut_4, à l'aide du son chronographe ut_3, de diapasons à curseurs et de tuyaux ouverts construits avec tout le soin que M. Kœnig met aux appareils qui sortent de ses ateliers. Ils ont été vérifiés, du reste, par la méthode optique toutes les fois que cela a été possible.

» Le Tableau suivant montre la certitude et la précision de la méthode, puisque les écarts entre les hauteurs trouvées et les hauteurs indiquées ne dépassent pas une vibration double :

Numéros d'ordre des plaques.	Notes.	Hauteurs mesurées.	Hauteurs indiquées.
99.......	$ré_2$	287,88	288
102.......	mi_4	1280,00	1280
103.......	ut_2	256,20	256
100.......	ut_4	1022,50	1024
101.......	sol_3	767,10	768

» Pour mesurer les sons très aigus ou très bas, il est bon d'avoir recours à deux diapasons chronographes donnant l'un 100^{vib} à la seconde, l'autre 2000^{vib} environ. Dans le cas, en effet, où la différence de hauteur entre les deux sons est par trop considérable, la vitesse qu'il convient de donner à la plaque pour photographier le son le plus aigu étale l'image du plus grave, et la mesure devient fort difficile.

» Quoi qu'il en soit, la photographie des flammes manométriques constitue une méthode de mesure aussi rigoureuse que la méthode graphique pour les sons compris dans l'étendue de la voix humaine ou ne s'en écartant pas de plus d'une octave. Je me propose de revenir plus tard sur cette question et de montrer que, pratiquement, elle l'est également pour les sons plus graves ou plus aigus. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la séparation de l'arsenic, de l'antimoine et de l'étain.* Note de M. **Ad. Carnot**, présentée par M. Daubrée.

« Les réactions des hyposulfites alcalins en présence de divers acides, sur lesquelles j'ai fondé la séparation d'un assez grand nombre de métaux ([1]), peuvent aussi servir à la séparation de l'arsenic. Je me propose de montrer dans cette Note comment on parvient à isoler l'arsenic, l'antimoine et l'étain.

» Lorsque, dans une dissolution chlorhydrique d'acide arsénieux ou d'acide arsénique, chauffée vers 100°, on verse de l'hyposulfite de soude, on remarque d'abord un trouble blanc dû au soufre précipité, puis bientôt une coloration jaune produite par le sulfure d'arsenic. Le même phénomène se produit dans une dissolution acidifiée par l'acide oxalique.

» Mais la précipitation est toujours incomplète, à cause de la mise en liberté d'une certaine quantité d'acide sulfureux, qui tend à ramener le sulfure à l'état d'acide arsénieux.

» Si l'on a d'avance ajouté à la liqueur une solution d'acide sulfureux ou de bisulfite alcalin, il ne se forme plus de précipité jaune; le soufre qui se dépose est exempt d'arsenic, l'acide sulfureux ayant empêché la précipitation du sulfure. Dans les mêmes circonstances, la précipitation de l'oxysulfure d'antimoine est seulement retardée, mais se produit encore d'une façon complète. Nous avons donc là un moyen de séparation facile de l'*arsenic* et de l'*antimoine*.

» A la dissolution chlorhydrique de ces deux substances, il suffit d'ajouter de l'oxalate d'ammoniaque ([2]) et de l'eau, puis de l'hyposulfite en quantité proportionnée à celle d'antimoine, enfin un peu d'acide sulfureux ou de bisulfite alcalin, et de porter à l'ébullition. Lorsque la liqueur est devenue claire et qu'une addition d'hyposulfite ou d'acide chlorhydrique n'y produit plus qu'un trouble blanc laiteux, on filtre et l'on a : d'un côté, le précipité rouge d'oxysulfure, sur lequel on achève le dosage de l'antimoine; de l'autre, une dissolution d'acide arsénieux, où il est facile de rechercher l'arsenic.

([1]) *Comptes rendus*, 15 et 22 mars, 26 juillet 1886.

([2]) En l'absence d'étain, il serait indifférent de remplacer l'acide oxalique par l'acide tartrique.

» On y ajoute, à cet effet, un assez fort excès d'acide chlorhydrique; on chauffe jusqu'à expulsion de l'acide sulfureux et l'on fait arriver un courant d'hydrogène sulfuré, qui détermine la précipitation totale du sulfure d'arsenic. On redissout l'arsenic en le peroxydant par l'eau régale ou par l'hypobromite de soude et l'on achève le dosage par l'une des méthodes connues.

» Cette méthode de séparation de l'arsenic et de l'antimoine trouve de nombreuses applications dans l'analyse des minéraux ou des minerais métalliques, qui renferment à la fois ces deux substances.

» Il est fort rare, au contraire, de rencontrer l'*étain* avec l'*antimoine* dans les produits naturels; mais ces deux métaux sont fréquemment associés dans les alliages de l'industrie. On y trouve aussi parfois de l'*arsenic*, mais seulement en petite quantité, et, le plus ordinairement, par suite de l'impureté des métaux constituants. Je vais donc examiner le cas où ces trois substances se rencontreraient ensemble, l'arsenic étant d'ailleurs en faible proportion.

» Après avoir dissous dans l'eau régale chlorhydrique soit l'alliage lui-même, soit le mélange des trois sulfures, préalablement isolés des autres métaux par le sulfhydrate d'ammoniaque, on sépare d'abord l'antimoine, comme je l'ai dit plus haut, à l'état d'oxysulfure, en ayant soin d'empêcher la précipitation de l'étain et de l'arsenic au moyen de l'acide oxalique et de l'acide sulfureux.

» On porte de nouveau à l'ébullition avec un notable excès d'acide chlorhydrique et, dans la liqueur presque bouillante, on fait arriver un courant d'hydrogène sulfuré. La quantité d'arsenic étant supposée faible, il suffit, pour en déterminer la précipitation, de faire passer le gaz pendant quelques instants. On a soin de maintenir la liqueur chaude aussi longtemps qu'elle dégage l'odeur sulfhydrique, et l'on empêche ainsi presque sûrement la formation de sulfure d'étain.

» Cependant, pour plus de garanties, on traite le dépôt qui s'est formé lentement au fond de la fiole par un peu d'acide chlorhydrique, afin de redissoudre tout l'étain qu'il pourrait contenir. On reçoit le résidu sur un petit filtre, on le lave et on le dissout, encore humide, par quelques centimètres cubes d'eau régale chaude. On évalue alors l'acide arsénique soit à l'état de sel ammoniaco-magnésien, soit au moyen de l'appareil de Marsh.

» L'étain, se trouvant seul dans la dissolution, peut y être précipité à l'état de sulfure et dosé par les méthodes ordinaires.

» En résumé, je suis arrivé, par l'emploi de l'acide oxalique et de l'hyposulfite de soude ou d'ammoniaque, de l'acide sulfureux et de l'hydrogène sulfuré, à faire rapidement et avec précision les séparations de l'étain, de l'antimoine et de l'arsenic, comme j'avais fait auparavant celles du cuivre, du cadmium, du zinc et du nickel.

» Ces nouvelles méthodes m'ont permis d'apporter de grandes simplifications dans l'analyse des alliages complexes de l'industrie, où se rencontrent ensemble ces différents métaux. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de formation des séléniures cristallisés et des séléniures amorphes.* Note de M. CHARLES FABRE, présentée par M. Berthelot.

« III. **Séléniures métalliques cristallisés.** — J'ai tenté de mesurer la chaleur de formation, à partir des éléments, des séléniures métalliques obtenus à haute température; ces séléniures, réduits en poudre très fine, se dissolvent rapidement dans un mélange d'eau de brome et de brome pur.

» La chaleur de formation de ces séléniures diffère un peu de celle des séléniures obtenus par voie de précipitation à l'aide de l'acide sélénhydrique gazeux ou du séléniure de sodium dissous et d'un sel métallique. J'ai obtenu les résultats suivants :

» 1. SÉLÉNIURES DE FER : *Chaleur de formation à partir des éléments*

Fe solide + Se métallique = FeSe cristallisé .... $+9^{\text{Cal}},22$

» *Séléniure de fer précipité*

Fe solide + Se métallique = FeSe précipité..... $+7^{\text{Cal}},81$

» 2. SÉLÉNIURES DE MANGANÈSE : 1° *Séléniure préparé à haute température*

Mn solide + Se métallique = MnSe cristallisé... $+15^{\text{Cal}},57$

» 2° *Séléniure précipité par le séléniure de sodium*

Mn solide + Se métallique = MnSe précipité... $+13^{\text{Cal}},75$

» 3. SÉLÉNIURES DE COBALT : 1° *Séléniure cristallisé*

Co solide + Se métallique = CoSe cristallisé...... $9^{\text{Cal}},64$

» 2° *Séléniure précipité*

Co solide + Se métallique = CoSe précipité........ + $7^{Cal},60$

» 4. Séléniures de nickel : 1° *Séléniure cristallisé*

Ni solide + Se métallique = NiSe cristallisé........ + $9^{Cal},21$

» 2° *Séléniure précipité*

Ni solide + Se métallique = NiSe précipité......... + $7^{Cal},4$

» 5. Séléniures de zinc : 1° *Séléniure cristallisé*

Zn solide + Se métallique = ZnSe cristallisé....... + $20^{Cal},2$

» 2° *Séléniure de zinc précipité par l'acide sélénhydrique gazeux*

Zn sol. + Se métallique = ZnSe précipité (cristallin)..... + $17^{Cal},00$

» 3° *Séléniure de zinc précipité par le séléniure de sodium*

Zn sol. + Se métallique = ZnSe précipité (floconneux).... + $16^{Cal},8$

» 6. Séléniures de cadmium. — 1° *Cristallisé*

Cd sol. + Se métallique = CdSe cristallisé.............. + $13^{Cal},00$

» 2° *Séléniure précipité par le séléniure de sodium*

Cd sol. + Se métallique = CdSe précipité .... + $11^{Cal},45$

» 7. Séléniures de cuivre. — 1° *Séléniure cristallisé*

Cu^2 sol. + Se métallique = Cu^2Se cristallisé............. + $10^{Cal},42$

» 2° *Séléniure de cuivre précipité*

Cu sol. + Se métallique = Cu Se précipité............... + $4^{Cal},85$

» 8. Séléniures de thallium. — 1° *Séléniure cristallisé*

Tl sol. + Se métallique = Tl Se cristallisé............... + $8^{Cal},86$

» 2° *Séléniure précipité* :

Tl sol. + Se métallique = Tl Se précipité................ + $7^{Cal},36$

» 9. Séléniures de plomb. — 1° *Séléniure cristallisé*

Pb sol. + Se métallique = Pb Se cristallisé.............. + $7^{Cal},88$

» 2° *Séléniure précipité*

Pb sol. + Se métallique = Pb Se précipité............. + $6^{Cal},48$

» 10. Séléniures de mercure : 1° *Séléniure cristallisé*

Hg métal + Se métallique = Hg Se cristallisé .... + $9^{Cal},85$

» 2° *Séléniure précipité :*

Hg métal + Se métallique = Hg Se précipité .... + $8^{Cal},00$

» 11. Séléniures d'argent : 1° *Cristallisé*

Ag sol. + Se métallique = Ag Se cristallisé .... + $2^{Cal},36$

» 2° *Séléniure précipité*

Ag sol. + Se métallique = Ag Se précipité .... + $1^{Cal},24$

» 12. On voit qu'en général la chaleur de formation des séléniures préparés à haute température est égale ou légèrement inférieure à celle des sulfures *précipités* correspondants. Quant aux séléniures précipités, leur comparaison avec les sulfures correspondants montre que la différence entre les chaleurs de formation des sulfures et des séléniures métalliques est plus petite que la différence entre les chaleurs de formation des sulfures et des séléniures alcalins. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les combinaisons de chloral et de résorcine.* Note de M. **H. Causse**, présentée par M. Chatin.

« Considérons un système ainsi constitué : chloral hydraté 1^{mol}, résorcine 1^{mol}, eau 900^{gr}, acide sulfurique pur 100^{gr}. A la température ordinaire l'action de cet acide ainsi dilué peut être considérée comme nulle; mais si l'on vient à chauffer, d'une part, l'hydrate de chloral tend à perdre les éléments de l'eau pour se transformer en un polymère $n(C^4HCl^3O^2)$, et, d'autre part, la résorcine, en présence de l'acide chlorhydrique qui se forme dans la réaction, tend à s'éthérifier et à se changer en produits de condensation $n(C^{24}H^{10}O^6)$.

» Si donc on fait varier la température, on doit obtenir une série de combinaisons correspondant aux diverses valeurs que peut prendre n dans cette variation. Pour vérifier expérimentalement cette conclusion, on opère comme il suit :

» La résorcine est dissoute dans l'eau additionnée d'acide sulfurique, et la solution est chauffée au bain d'eau pendant une heure à 50°; on laisse refroidir, et on ajoute le chloral dissous dans son poids d'eau; on chauffe ensuite vers 60°. La liqueur devient

jaune, passe ensuite au rouge; lorsque ce dernier domine, on retire le ballon, on le refroidit, il se dépose des aiguilles blanches qui, vues au microscope, sont constituées par de petits prismes mélangés à quelques masses sphériques brunes.

» *Deuxième opération.* — La liqueur est chauffée à 80°, et lorsque, après avoir traversé les teintes précédentes, on voit le rouge s'affaiblir, on retire le ballon, on le refroidit; il se dépose un amas cristallin constitué par des aiguilles jaune clair. Ce dépôt est accompagné de quelques flocons. Le microscope montre que ces aiguilles sont analogues aux premières et que la proportion de masses brunes est plus grande.

» *Troisième opération.* — La même liqueur est maintenue à 100°; il arrive un moment où le rouge est subitement remplacé par une coloration brune; on retire le ballon et, par le repos, il se sépare un mélange d'aiguilles et du produit floconneux.

» *Quatrième opération.* — Elle se fait en prolongeant l'action de la chaleur de 100°; on obtient ainsi des dépôts d'un rouge plus ou moins brun. Ce résultat est long à obtenir au bain d'eau; pour les préparer facilement, il convient d'opérer comme il suit : le ballon est fermé par un bouchon traversé par un tube s'ouvrant sous le mercure, de manière qu'il existe une pression de 5^{cm} à 6^{cm}; le tout est porté dans l'étuve à air et chauffé. On observe, lorsque la liqueur est devenue brune, un dégagement d'acide chlorhydrique, et la séparation d'une masse brune amorphe dont l'aspect varie du brun rouge au noir, suivant la durée de l'opération.

» Telle est la série de produits qui se forment dans la réaction du chloral sur la résorcine quand on fait varier la température.

» Les divers dépôts que j'ai signalés se font irrégulièrement et, d'une manière générale, on peut dire que la substance se dépose d'autant plus facilement qu'elle est plus colorée; l'analyse montre que la quantité de chlore qu'elle contient varie avec la rapidité avec laquelle elle se dépose.

» *Propriétés.* — Le microscope a montré que tous les produits cristallisés étaient des mélanges en proportion variable de cristaux et de matières brunes amorphes. Or il est facile de prouver qu'ils sont dus à une action secondaire de l'acide chlorhydrique sur la résorcine qu'ils contiennent. En effet, si on les traite sur la lamelle par l'acide concentré et si l'on observe au microscope, on voit les aiguilles disparaître et être remplacées par des masses brunes.

» Avec les solutions alcalines étendues, les cristaux donnent la réaction des phtaléines, coloration rouge violacé; au contact de l'air, ils prennent une magnifique fluorescence verte; cette réaction prouve donc l'existence de groupes carbonyles dans la molécule. Soumis à l'action de la chaleur, leurs points de fusion s'échelonnent de 260° à 280°. Chauffés à 300°, ils distillent de la résorcine. Si l'opération a été faite avec soin, on retrouve en résorcine à peu près le poids de la substance primitive; il reste un char-

bon volumineux formé par la matière amorphe qui est infusible. Épuisé par la benzine bouillante, ce dissolvant se colore en rouge, prend une belle fluorescence violette et, par évaporation, abandonne des cristaux de résorcine. Oxydé par le permanganate, il se sépare des flocons. On agite avec l'éther, et ce liquide, mis en contact avec le bisulfite de sodium, se décolore; par évaporation, il abandonne de la résorcine imprégnée d'un peu de matière colorante. Cette expérience prouve donc que la molécule de chloral n'a pas pénétré dans le noyau benzénique.

» Pour toutes ces raisons, j'envisage les cristaux comme dérivant d'une combinaison moléculaire ($C^4HCl^3O^2-C^{12}H^6O^4$), correspondant à l'alcoolate, laquelle pourrait perdre son chlore et donner un produit possédant la propriété de devenir fluorescent. Si les cristaux, en raison de leur solubilité, perdent leur chlore au sein du dissolvant, il n'en est plus de même des matières brunes; par suite de leur insolubilité, elles se séparent au courant de l'opération et échappent ainsi à l'action de l'eau. Peu après leur séparation, chauffées à 100°, elles abandonnent d'abord du chloral, puis survient un dégagement d'acide chlorhydrique qui se poursuit jusqu'à ce que tout le chlore ait disparu. On arrive plus facilement à ce résultat en les soumettant à des lavages répétés. Elles sont infusibles et donnent peu de résorcine à la distillation. Traitées par la potasse au $\frac{1}{20}$ et reprises par l'éther après neutralisation, elles donnent une solution brune que le bisulfate de sodium ramène au jaune. En cet état, l'éther abandonne de la résorcine mélangée à de la matière colorante. Si l'on tient compte de la présence du chloral inaltéré, du dégagement d'acide chlorhydrique, de leur production sous une légère pression, ce qui favorise la polymérisation du chloral, on peut les considérer comme représentant des combinaisons d'un polymère du chloral avec un polymère de la résorcine et les représenter par la formule

$$[n(C^4HCl^3O^2-nC^{24}H^{10}O^6)],$$

la valeur de n étant fonction des conditions de l'expérience.

» En résumé, dans l'action du chloral sur la résorcine, en présence de l'acide sulfurique étendu, il se forme deux séries de produits : les uns cristallisés, dérivant d'une combinaison moléculaire ($C^4HCl^3O^2-C^{12}H^6O^4$); les autres, amorphes, représentant une combinaison d'un polymère du chloral avec un polymère de la résorcine, et contenus dans la formule

$$[n(C^4HCl^3O^2-nC^{24}H^{10}O^6)].$$

» Dans une Note prochaine, je montrerai que ces conclusions s'appliquent à l'étude de l'action de l'aldéhyde éthylique et de l'acétone sur la résorcine ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la composition de la partie du suint soluble dans l'eau*. Note de M. **E. Maumené**. (Extrait.)

« La composition de la partie du suint soluble dans l'eau méritait une étude à laquelle nous avons donné beaucoup de temps, M. Victor Rogelet et moi. Nous n'avons publié qu'une très petite partie de nos résultats, parce que la complication en était grande et exigeait de très nombreuses analyses, et en second lieu parce que le produit de la décomposition pyrogénée réclamait presque toute notre attention.

» J'ai repris ces recherches à diverses reprises depuis la mort de M. Rogelet. Le travail présenté à l'Académie par M. Buisine, dans la séance du 5 juillet dernier, m'amène à publier un de mes résultats.

» Sur la presque totalité des indications de M. Buisine je suis d'accord avec ce chimiste et suis heureux de les confirmer, en lui laissant l'avantage de la priorité.

» Mais il est un point dont M. Buisine n'a probablement pas pu faire l'étude, c'est celui des produits volatils de la décomposition pyrogénée de ce mélange des sels de potasse que l'eau extrait du suint et que j'ai nommé, pour abréger, *suintate* de potasse. J'ai eu à ma disposition, pendant quelques jours, plus de 60000^{kg} de ces produits, et même, dans l'étude très restreinte que j'ai pu en faire à cette époque, j'avais soupçonné ce que je viens d'établir ces jours derniers : l'existence d'un corps qui n'avait pas encore été obtenu dans les décompositions organiques pyrogénées de l'*éther diénique*, C^4H^4, HO.

» Le produit brut, d'une odeur infecte à cause de la présence de plusieurs sulfhydrates d'alcalis et d'éthers sulfhydriques, possède une volatilité croissante depuis $+20°$ jusqu'à $400°$: depuis $+20°$, parce qu'il est toujours chargé de bicarbonate d'ammoniaque volatil à la température ordinaire (au point qu'un flacon d'une cinquantaine de grammes de ce sel, exactement fermé par du liège, se vide en quelques mois); jusqu'à $400°$, parce que vers

---

([1]) Recherches faites dans le Laboratoire d'Analyses chimiques de l'École de Pharmacie.

ce terme les produits restants se décomposent, en laissant un charbon azoté, couvert le plus souvent d'irisations magnifiques.

» Le mélange, extrêmement complexe, peut être débarrassé des alcalis par des lavages à l'acide sulfurique au $\frac{1}{4}$(40^{gr} SO^3 dans 160^{cc}), puis de ses acides au moyen de lavages avec la lessive de potasse concentrée. Il reste un mélange où l'éther ordinaire se trouve tout entier, si l'on a opéré les lavages en flacons fermés et avec des précautions qu'il est inutile de décrire. Son odeur est loin d'être pure, l'éther est mêlé d'*alcool diénique*,

$$C^4H^4(HO)^2,$$

et d'un grand nombre de corps analogues, d'autres alcools, d'acétones, etc. L'odeur est presque suave ; elle peut le devenir tout à fait par des traitements sur lesquels je ne puis m'appesantir en ce moment : ce qui importe, c'est de décrire la marche de sa distillation fractionnée.

» Le produit commence à bouillir vers + 35° et, par trois ou quatre rectifications dans un appareil à boules, on en sépare de l'éther dont l'odeur se distingue malgré les traces de produits que j'appellerai *empyreumatiques*, pour les qualifier d'un seul mot.

» Ce corps, absolument sans couleur (mais qui jaunit un peu à la longue), est très fluide, bout à 36° (sous 761^{mm}), offre $D_v = 2,57$, dissout les graisses et donne à l'analyse :

			Calculé.
C..............	64,85	64,83	64,87
H..............	13,58	13,59	13,51

nombres correspondant à C^4H^4, HO.

» Il dissout l'iode avec la coloration rouge jaune de tous les dissolvants oxygénés (tous ceux qui ne sont pas composés d'oxygène prennent la couleur violette $CS^2C^2HCl^3$, etc.).

» L'éther provient de la décomposition pyrogénée du lactate de potasse. Quand ce sel ne contient pas d'eau, il donne

$$\text{(M)} \qquad n = \frac{C^6H^5O^5 = 81}{KO = 47},$$

$$47C^6H^5O^5 + 81KO = \frac{1}{2}\left(\frac{13}{34}\left\{\frac{CO^2, KO + C^4H^4, HO + CO^2}{2CO^2KO + C^4H^4HO}\right.\right);$$

les $34C^6H^5O^5$ *libres* se décomposent en d'autres produits, que je ne puis indiquer faute de place.

» Évidemment, lorsque le sel retient de l'eau, il donne de l'alcool au

lieu d'éther. Aussi trouve-t-on de l'alcool dans la partie rectifiée de 75° à 82°; on peut l'amener, par des distillations répétées, à 76°-79°, et l'analyse démontre que le corps séparé dans ces conditions est de l'alcool ordinaire, à bien peu près pur. J'ai obtenu :

		Calculé.
C........................	52,31	52,17
H........................	13,36	13,04

ce qui s'approche autant qu'on peut l'espérer de $C^4H^4(HO)^2$ pur..... »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'innervation indirecte de la peau.* Note de M. C. VANLAIR.

« Il existe actuellement toute une série d'observations chirurgicales où l'on a pu noter la conservation de la sensibilité dans toute l'étendue de l'extrémité supérieure, nonobstant la section complète d'un ou plusieurs des principaux nerfs des membres. Dans un certain nombre de ces cas, on a eu, de plus, l'occasion de constater la persistance de la sensibilité du bout périphérique, alors que la division totale du nerf avait été bien et dûment opérée.

» Pour expliquer ce dernier phénomène, Richet le premier avait émis l'idée d'une récurrence des fibres nerveuses. Reprise par Arloing et Tripier et soumise par eux au contrôle expérimental le plus rigoureux, l'hypothèse a été acceptée, pour ainsi dire d'emblée, par tous les physiologistes. Dans un Travail devenu classique, ces auteurs ont fait voir qu'il suffisait de la récurrence jointe à une diffusion périphérique des fibres, dont ils ont également démontré l'existence, pour expliquer le maintien paradoxal de la sensibilité du bout périphérique et de la sensibilité cutanée. Mais, croyant à une corrélation étroite entre les deux phénomènes, MM. Arloing et Tripier ont négligé de fixer la part respective qui revient à l'une et à l'autre de ces dispositions, dans le maintien de la sensibilité cutanée.

» D'autre part, ils ne se sont occupés que de la survie de la sensibilité; leur attention ne s'est pas portée sur d'autres phénomènes, non moins remarquables, qui se manifestent à la suite des sections nerveuses. Je veux parler, entre autres, du retour plus ou moins tardif de la sensibilité après son abolition préalable, en l'absence, cela va sans dire, de toute régénération. La diffusion collatérale existe-t-elle ailleurs que chez l'homme et les animaux supérieurs? C'est là aussi une question qu'ils n'ont pas cherché davantage à résoudre.

» J'ai tenté de combler ces lacunes, ou plutôt de compléter leur étude en opérant sur le membre postérieur, dont l'innervation diffère sensiblement de celle du membre antérieur, par le fait de la duplicité des plexus et de la concentration du système sciatique en un seul tronc.

» Voici quelques-uns des résultats qui m'ont été fournis par mes recherches :

» La *récurrence* et la *dispersion collatérale* jouissent, à l'égard l'une de l'autre, d'une dépendance absolue. L'importance de la collatéralité dépasse de beaucoup celle de la récurrence. La collatéralité suffit en effet, à elle seule, pour garantir la sensibilité de la surface cutanée après la section des nerfs, par le moyen de vastes emprises, voire même en certains cas la superposition complète d'un district nerveux sur un autre. Il résulte, de cette disposition, des écarts inattendus entre le département anatomo-macroscopique d'un nerf et son domaine physiologique.

» Les *échanges* nerveux périphériques s'opèrent, non seulement entre branches d'un même nerf, mais encore entre nerfs appartenant à des plexus différents. On les observe dans les nerfs *régénérés* comme dans les nerfs primitifs.

» Quant au *trajet* des fibres collatérales, elles parcourent la plupart du temps les masses profondes du membre et viennent émerger, pour ainsi dire, de chaque point de la surface aponévrotique, pour pénétrer directement et isolément dans la peau.

» Pour ce qui concerne enfin la *suspension* de la sensibilité, elle résulte toujours, si l'on en excepte peut-être l'anesthésie du coussinet du gros orteil, non d'une paralysie du bout périphérique, mais d'une excitation partant du point lésé du bout central, gagnant d'abord les centres des fibres nerveuses intéressées, puis se propageant secondairement aux centres des nerfs voisins et même à ceux d'un autre plexus. L'action exercée sur les derniers centres est de nature *inhibitrice*. L'épuisement de cette influence amène graduellement le retour de la sensibilité. Chez l'homme, la durée du laps qui s'écoule entre l'abolition et le retour de la sensibilité dépasse généralement, de beaucoup, celle du même délai chez l'animal.

» Enfin, la collatéralité ne remplit chez la grenouille qu'un rôle restreint ou nul. Chez le chien et le chat, elle offre une certaine constance. Chez l'homme, au contraire, elle varie dans des limites considérables. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Note sur le système artériel des scorpions.* Note de M. **F. Houssay**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Le système artériel des Scorpions est formé de deux groupes de vaisseaux : l'un dorsal, l'autre ventral, réunis entre eux, d'une part, par deux courts vaisseaux à la partie antérieure et, d'autre part, par un canal impair situé à la partie médiane du corps de l'animal.

» *Groupe dorsal.* — Du cœur, situé en entier dans le préabdomen, partent en avant et en arrière deux aortes. L'aorte antérieure va sans se ramifier jusqu'aux ganglions cérébroïdes, où elle se termine brusquement. De la terminaison partent quatre artères : deux qui se rendent aux yeux dorsaux du céphalothorax; deux autres qui vont aux chélicères, fournissant sur leur parcours un rameau pour les yeux latéraux et un autre qui se répand dans les muscles. L'aorte postérieure parcourt tout le postabdomen et se ramifie d'une façon très homogène dans tous les segments. A la partie antérieure de chaque anneau, elle donne deux très courtes artérioles, et au milieu de l'anneau, deux artères plus fortes qui se bifurquent en deux rameaux perpendiculaires à leur direction.

» *Groupe ventral.* — C'est le plus intéressant par les rapports qu'il présente avec le système nerveux. Il se compose d'une lacune qui entoure la masse ganglionnaire ovale du céphalothorax et d'un vaisseau compris dans la gaine de la chaîne nerveuse abdominale. Le sang occupe l'espace compris entre les deux filets nerveux qui vont d'un ganglion à l'autre et se répand autour de chaque ganglion, de façon à former en ce point une petite lacune.

» De la lacune périnerveuse céphalothoracique partent, de chaque côté, cinq troncs qui se rendent dans les pattes. Le sang et le nerf de chaque patte sont au départ dans une même enveloppe.

» Toutes les ramifications qui sortent du canal abdominal sortent au niveau des ganglions, et là aussi un nerf et un courant sanguin quittent ensemble l'enveloppe commune.

» *Artères communiquantes.* — Ces deux groupes sont réunis à la partie antérieure par deux vaisseaux qui entourent le tube digestif. Ces deux vaisseaux enveloppent les connectifs qui vont des ganglions cérébroïdes à la masse ventrale. Ils mettent en communication la lacune périnerveuse avec la terminaison de l'aorte antérieure. Le sang ne se répand point autour du

cerveau : soit que ces ganglions aient une enveloppe spéciale, laissant juste sortir le filet nerveux du connectif pour qu'il pénètre dans les vaisseaux sanguins, ou bien que l'enveloppe commune soit si intimement appliquée sur la masse nerveuse que le sang ne puisse pénétrer entre les deux.

» L'autre communication entre les deux groupes est établie par un vaisseau qui part de l'aorte postérieure au milieu du septième anneau du préabdomen. Il s'enfonce entre les deux petits lobes qui prolongent le foie dans le postabdomen; puis il passe à droite du tube digestif et débouche dans le canal périnerveux, à la hauteur du ganglion du premier anneau du postabdomen.

» Cette disposition relative des systèmes circulatoire et nerveux, signalée déjà chez la Limule et les Myriapodes, se trouve encore étendue à un groupe des Arachnides. »

TÉRATOLOGIE. — *Nouvelles recherches sur la production des monstruosités dans l'œuf de la poule par une modification du germe antérieure à la mise en incubation;* par M. **Dareste**.

« Les œufs fécondés conservent leur faculté germinative un certain temps après la ponte; plus longtemps pendant l'hiver que pendant l'été. La perte de la faculté germinative résulte de la mort du germe.

» J'ai constaté, depuis plusieurs années, que le germe, avant de mourir, traverse une période pendant laquelle il est atteint dans sa vitalité, et ne peut évoluer que d'une manière tératologique. Dans une expérience faite pendant l'été de 1882, des œufs, mis en incubation neuf jours après la ponte, m'ont tous donné des monstres, bien que placés dans les conditions physiques qui déterminent l'évolution normale. Dans les saisons plus froides, les œufs mis en incubation trois semaines après la ponte donnent ordinairement des embryons normaux.

» J'ai voulu savoir si cette modification du germe pouvait se produire à une époque beaucoup plus rapprochée de la ponte, et j'ai fait, dans ce but, une expérience dont voici les résultats :

» J'ai reçu, le 17 juillet, 32 œufs pondus le 15. J'en ai fait 4 lots de 8, que j'ai mis en incubation les 19, 20, 21 et 22 juillet.

» *Premier lot.* Mise en incubation le 19. — 4 embryons parfaitement normaux. 4 œufs non fécondés.

» *Deuxième lot.* Mise en incubation le 21. — 6 embryons parfaitement normaux.

1 embryon hydropique et anencéphale; amnios incomplètement formé, et laissant toute la partie moyenne du corps à découvert. 1 embryon célosome et symèle.

» *Troisième lot*. Mise en incubation le 21. — 5 embryons parfaitement normaux. 1 embryon monstrueux, présentant une ectopie du cœur. 1 blastoderme présentant deux embryons jumeaux, dont l'un est à peu près normal, tandis que l'autre présente une tête rudimentaire. 1 œuf non fécondé.

» *Quatrième lot*. Mise en incubation le 22. — 5 embryons parfaitement normaux. 1 embryon affecté de cyclopie et de dualité du cœur. 1 embryon omphalocéphale. 1 embryon omphalocéphale, mais dont le corps manquait presque entièrement, et qui était uniquement formé par la région céphalique.

» Ainsi les œufs mis en incubation quatre jours après la ponte ne m'ont point donné de monstres.

» J'en ai trouvé 2 dans les œufs mis en incubation cinq jours après la ponte; 1 dans les œufs mis en incubation six jours après la ponte; 3 dans les œufs mis en incubation sept jours après la ponte. Je laisse complètement de côté le fait de gémellité observé dans le troisième lot, bien que l'un des deux embryons présentât une monstruosité, car la modification du germe qui produit la gémellité est évidemment antérieure à la ponte.

» Il résulte de ces faits que la diminution de vitalité du germe, qui détermine l'évolution tératologique, peut être très précoce, au moins par des températures élevées, puisque, dans cette expérience, elle s'est produite cinq, six et sept jours après la ponte. La coexistence, dans les mêmes appareils d'incubation, d'œufs présentant des embryons normaux et des embryons monstrueux ne permet pas d'attribuer la production de ces monstres aux conditions physiques de l'incubation. Il y avait là une modification du germe antérieure à la mise en incubation. Et pourquoi certains germes étaient-ils modifiés, tandis que les autres ne l'étaient pas? Cela ne peut s'expliquer que par l'intervention de l'individualité qui joue un si grand rôle en tératogénie, comme je l'ai montré depuis longtemps.

» Ainsi donc, l'apparition des monstres ne résulte pas seulement de changements dans les conditions physiques de l'incubation : elle peut être également produite par des modifications du germe antérieures à la mise en incubation. Dans l'état actuel de la science, ces modifications du germe échappent complètement à nos investigations, et ne se manifestent que par l'apparition des monstres. On peut toutefois supposer que la vie du germe n'est pas complètement suspendue, et qu'elle se manifeste par des échanges de gaz avec l'air ambiant, échanges comparables à ceux que MM. Van Tieghem et Bonnier ont constatés dans leurs recherches sur la vie latente des graines. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Observations sur la pollinisation des Orchidées indigènes.* Note de M. PAUL MAURY, présentée par M. Duchartre.

« Dans une intéressante Communication faite à l'Académie des Sciences, dans sa séance du 19 juillet dernier, M. Léon Guignard a décrit les phénomènes qui accompagnent la pollinisation dans un certain nombre d'Orchidées exotiques. J'ai, moi-même, au cours de recherches suivies sur le développement de la fleur et du fruit d'Orchidées indigènes (*Neottia ovata, nidus-avis; Orchis fusca, simia, Morio, mascula, maculata, latifolia, laxiflora; Loroglossum hircinum; Ophrys arachnites, myodes, apifera; Platanthera bifolia; Cephalanthera grandiflora; Epipactis atrorubens*), faites pendant tout l'été de 1885, observé des phénomènes intéressants à comparer à ceux que cite M. Guignard. Je n'avais pas cru jusqu'ici devoir publier ces observations, parce que nombre de points de détail demandent à être encore étudiés et que certains résultats importants m'ont paru sensiblement les mêmes que ceux obtenus par plusieurs auteurs ([1]).

» Dans la plupart des espèces indigènes que je viens de nommer, les ovules se développent fort lentement et ce développement est loin d'être achevé lorsque la fleur commence à se faner (en moyenne huit à dix jours après l'épanouissement). Il en résulte donc que, sur une même fleur, les masses polliniques ont atteint leur complet développement bien avant les ovules et peuvent être détruites ou emportées par les insectes, le vent, la pluie, sans que les ovules de cette fleur soient fécondés. Mais sur la même inflorescence il existe des fleurs à tous les degrés d'évolution; les plus basses ou les plus âgées peuvent donc être fécondées par le pollen des plus hautes ou les plus jeunes. C'est d'ordinaire ce qui a lieu : ce sont seulement des ovaires du bas de l'inflorescence qui arrivent à maturité.

» M. Th. Wolf a montré que l'ovaire des Orchidées reste, dans de nombreuses espèces, béant.

» La partie supérieure de l'orifice de l'ovaire, à la base de ce qu'on appelle d'ordinaire stigmate, est simplement fermé par des cellules épidermiques tuméfiées ou même gélifiées et constituant alors le nectar situé

([1]) Il s'agit ici de faits relatifs au développement, à la forme de l'ovaire, à la structure de l'ovule, faits déjà observés et décrits tout au long ou notés en passant par MM. Strasburger, Th. Wolf, Gérard, Vesque, Treub, H. Müller, Pfitzer, etc.

entre le stigmate et la base du labelle. Lorsque la masse pollinique tombe ou est portée sur ce mucilage, elle est aussitôt dissociée en tétrades et chaque grain de la tétrade entre en germination. Au fur et à mesure du développement du tube pollinique, les cellules superficielles des parois internes de l'espèce de canal qui termine, en haut, l'ovaire, sont modifiées comme le signale M. Guignard.

» Le pollen germe ainsi pendant un certain temps : deux à trois jours dans *Neottia ovata*, *Platanthera bifolia;* cinq à six jours pour *Orchis latifolia;* sept ou huit jours pour la majeure partie des autres espèces; environ neuf à dix jours pour *Loroglossum hircinum* et les *Ophrys*. Lorsque le tube pollinique atteint le nucelle, celui-ci est fortement saillant en dehors du tégument encore peu développé. Mais, dès que ce contact est opéré, l'ovule se développe assez rapidement et acquiert ses dimensions définitives, dimensions qui seront, à peu de chose près, celles de la graine du reste fort petite.

» Donc, dans nos Orchidées dont la végétation est relativement courte (un mois et demi environ pour les *Neottia*, un mois et demi ou deux mois pour la plupart des espèces, trois à quatre mois pour *Loroglossum hircinum*), l'ovule met vingt jours et plus pour se former complètement, c'est-à-dire pour être apte à être fécondé. On conçoit que ce temps puisse varier suivant les conditions locales. Dans tous les cas, ce temps est celui qui s'écoule entre le moment où l'ovule apparaît sous forme de mamelon sur le placenta et le moment où la fleur vient de se flétrir.

» La graine mûrit en un temps relativement beaucoup plus court.

» Un fait intéressant à retenir, c'est que le tube pollinique n'arrive pas à l'ovule à travers les tissus du stigmate ou des carpelles. L'ovaire est béant, et c'est par son orifice que passent les tubes polliniques réunis en faisceau, agglutinés par un mucilage provenant de la gélification des cellules superficielles des parois carpellaires. Cette modification des cellules est produite par la progression du tube pollinique; elle n'a pas lieu dans les ovaires qui n'ont pas été fécondés. Ce détail important, établi par M. Guignard pour les Orchidées exotiques, observé par moi-même sur plusieurs espèces françaises, avait échappé aux observations si remarquables de Ad. Brongniart, communiquées à l'Académie des Sciences en juillet 1831. Brongniart, en effet, regarde ce tissu hypertrophié comme un tissu stigmatique. « En s'éloignant du stigmate, dit-il (¹), ce tissu conduc-

---

(¹) *Annales des Sciences naturelles*, 1re série, t. XXIV, 1831.

» teur ne subit d'autre changement que d'être formé d'utricules beaucoup » plus allongées et presque filiformes. »

» En résumé, dans les Orchidées indigènes, il s'écoule un temps suffisamment long entre le moment où le pollen, tombé sur l'organe femelle, entre en germination et le moment où le tube pollinique atteint l'ovule. Ce temps est plus court, on vient de le voir, que celui qui a été constaté par M. Guignard pour les Orchidées exotiques. Il doit en être ainsi, puisque la période végétative de nos espèces indigènes est très courte comparée à celle des espèces exotiques.

» Enfin on peut se demander s'il n'existe pas une relation entre ce développement tardif des ovules et la faculté que présentent les espèces de certains genres, notamment les *Orchis*, de s'hybrider entre elles. »

BOTANIQUE. — *Premier aperçu de la végétation du Congo français.* Note de M. **Ed. Bureau.**

« Les collections botaniques, formées par la Mission de l'Ouest africain, sont arrivées récemment à Paris. Elles se composent de deux herbiers : l'un recueilli par MM. Thollon et Schwébisch; l'autre, en partie dans des localités différentes, par MM. J. de Brazza et Pecile. Nous avons aussitôt procédé à un rapprochement et à une étude d'ensemble de ces collections.

» La répartition par familles naturelles a donné les résultats suivants :

Familles.	Nombre d'espèces.	Familles.	Nombre d'espèces.	Familles.	Nombre d'espèces.
Légumineuses....	59	Champignons	11	Tiliacées.........	4
Graminées.......	58	Cucurbitacées....	10	Passiflorées	4
Rubiacées........	55	Malvacées........	10	Capparidées......	4
Cypéracées.......	33	Commélynées	9	Olacinées........	4
Composées.......	25	Combrétacées	8	Anonacées	4
Euphorbiacées ...	20	Chailletiacées	7	Loranthacées.....	4
Acanthacées......	17	Gentianées.......	6	Amarantacées	4
Convolvulacées...	15	Labiées..........	6	Liliacées.........	4
Mélastomacées ...	15	Cannées	6	Palmiers.........	4
Fougères	14	Utriculariées.....	5	Mousses	4
Orchidées........	12	Ochnacées	5	Paronychiées.....	3
Scrophulariées....	11	Lycopodiacées....	5	Portulacées......	3
Verbénacées......	11	Solanées.........	4	Violariées........	3
Connaracées......	11	Asclépiadées	4	Myrtacées........	3

Familles.	Nombre d'espèces.	Familles.	Nombre d'espèces.	Familles.	Nombre d'espèces.
Onagrariées......	3	Borraginées......	1	Celtidées........	1
Bixacées.........	3	Sapotacées.......	1	Santalacées......	1
Amaryllidées.....	3	Crassulacées.....	1	Laurinées........	1
Aroïdées.........	3	Samydées.........	1	Cannabinées.....	1
Loganiacées......	2	Burséracées......	1	Morées..........	1
Bignoniacées.....	2	Méliacées........	1	Polygonées......	1
Rosacées.........	2	Ampélidées......	1	Phytolaccacées...	1
Simaroubées.....	2	Malpighiacées....	1	Pipéracées.......	1
Ménispermées....	2	Hypéricinées.....	1	Ériocaulonées....	1
Balsaminées......	2	Hippocratéacées..	1	Pandanées.......	1
Célastrinées......	2	Sapindacées......	1	Pontédériacées...	1
Rhizophorées.....	2	Haloragées.......	1	Hydrillées.......	1
Urticées.........	2	Ébénacées.......	1	Hydrocharidées...	1
Podostémées.....	2	Buttnériacées.....	1	Zingibéracées....	1
Dioscoréacées....	2	Oxalidées........	1	Burmanniacées...	1
Xyridées.........	2	Droséracées......	1	Hépatiques.......	1
Hypoxidées......	2	Nymphéacées.....	1	Lichens..........	1
Iridées..........	2	Linacées.........	1		
Pédalinées.......	1	Nyctagynées.....	1		

Total.................. 599 espèces.

» L'herbier de MM. Thollon et Schwébisch comprend 437 espèces, celui de MM. J. de Brazza et Pecile, 227; mais il n'y a en tout que 599 espèces, 65 se trouvant à la fois dans les deux herbiers. Ainsi, un neuvième des espèces seulement a été recueilli par l'un et par l'autre groupe de collecteurs opérant séparément; les deux herbiers sont donc très différents l'un de l'autre, et cette différence doit tenir en grande partie à la richesse même des formes spécifiques dans cette région.

» Les principaux endroits explorés au point de vue botanique sont : les environs de Franceville, de Brazzaville, d'Ossika, des postes de Diélé, de Lékéti et de Nganchou. Toutes ces localités sont situées sur les grands cours d'eau : l'Ogôoué, l'Alima et le Congo. Nous n'avons encore rien reçu de l'intérieur du pays, ni de la côte.

» Si nous en jugeons d'après la collection, nécessairement très incomplète, que nous avons sous les yeux, la famille de plantes la mieux représentée dans la nouvelle possession française de l'Afrique occidentale est celle des Légumineuses. Cette prédominance est assez ordinaire dans les pays intertropicaux, et nous devons dire que M. Alph. de Candolle, dans sa *Géographie botanique,* l'avait déjà signalée pour la région même du Congo, d'après les observations sur le voyage du capitaine Tuckey pu-

bliées par R. Brown, en 1818. Les Légumineuses herbacées sont en grand nombre et appartiennent surtout à la tribu des Phaséolées; mais il y a aussi beaucoup d'espèces ligneuses, et parmi elles des plantes de la plus grande beauté : les genres *Griffonia*, *Berlinia*, *Camoensia* sont appelés à devenir l'ornement de nos serres chaudes. Le dernier a des fleurs blanches de plus de $0^m,30$ de long.

» Les Graminées, qui arrivent au second rang et qui viennent d'être étudiées par M. Franchet, ont présenté un fait bien digne d'attention : la présence, dans le bassin du Congo, de six espèces ou formes américaines. L'*Oryza sativa*, var. *paraguayensis* Wedd., du Paraguay, qui, d'après des échantillons de l'herbier du Muséum, est cultivé à Zanzibar et dans le Cordofan, se trouve à l'état sauvage sur les bords inondés de l'Alima. Le *Streptogyne crinita* Pal.-Beauv., des deux Amériques, a été recueilli par M. J. de Brazza dans des brousses élevées, sur des collines escarpées, au poste de Nkouna, entre Nganchou et Brazzaville. Barter l'avait déjà signalé dans le bassin du Niger. Il y avait indiqué également le *Rottbœllia loricata* Trin., du Brésil, dont M. Thollon vient de faire connaître la présence dans les sables humides de la plaine de Mpila, près de Brazzaville. Dans cette même localité croît l'*Andropogon glaucescens* Humb. et Bonpl., du Brésil également; à Brazzaville se voient encore l'*Elionurus rostratus* L., du Brésil, et un *Trachypogon*, qui n'est probablement pas distinct du *T. Gouini* Fourn., du Mexique, toutes plantes qu'on regardait jusqu'ici comme étrangères au continent africain. Ces espèces proviennent-elles de l'Amérique? N'auraient-elles pas été transportées au contraire de l'Afrique dans le nouveau continent? Leurs habitations, aujourd'hui disjointes, indiquent-elles une aire ancienne de répartition maintenant en grande partie occupée par l'Océan? Tels sont les problèmes de Géographie botanique qui se trouvent posés par ce fait curieux.

» En général, dans la flore du Congo français, les familles gamopétales sont relativement bien représentées. Les Rubiacées viennent au troisième rang. Je signalerai dans cette famille 4 espèces de *Genipa* à fleurs énormes, et 6 espèces de *Mussænda*, à bractées colorées, qui sont des plantes d'une beauté remarquable.

» Une famille entièrement exotique, ordinairement très peu importante, celle de Chailletiacées, fournit ici 7 espèces, toutes intéressantes.

» Les Orchidées sont assez nombreuses et presque toutes épiphytes, mais sans pseudo-bulbes renflés.

» Les Fougères, qui au Tonkin occupent le cinquième rang pour le

nombre des espèces, n'arrivent ici qu'au dixième. Cette faiblesse numérique relative du groupe des Fougères est un caractère général des flores africaines. Sur les 14 espèces recueillies au Congo, une seule est arborescente. Elle provient du voyage aux sources de l'Ivindo, récemment exécuté par M. J. de Brazza.

» La présente Note a seulement pour but d'indiquer la physionomie générale de la flore du Congo français. Nous espérons être prochainement en mesure d'exposer les caractères des circonscriptions botaniques qu'on peut y reconnaître, et de donner des renseignements sur les plantes utiles ou utilisables de notre nouvelle possession. »

M. **Ch. Brame** adresse une Note sur les transformations de couleurs que subit l'image colorée du Soleil, observée à travers un prisme. Cette image, jaune, devient verte lorsqu'on soulève un peu l'instrument au déclin du jour, ou lorsqu'un nuage translucide voile la face de l'astre, etc. De plus, des deux appendices qui prolongent cette image, l'inférieur, rouge, peut devenir orangé, et le supérieur, qui est bleu, prend souvent des tons violets. Cette image brillante du Soleil représente donc un *spectre en miniature*.

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

ERRATA.

(Séance du 19 juillet 1886.)

Page 231, ligne 11 en remontant, *au lieu de* noires, *lisez* blanches.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 AOUT 1886.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème de Gauss, concernant l'attraction d'un anneau elliptique;* par M. **Halphen**.

« Le problème très connu dont il s'agit ici a été posé par Gauss en ces termes [1]: *Les variations séculaires d'une orbite planétaire, dues à la perturbation causée par une autre planète, sont indépendantes de la position qu'occupe cette dernière dans son orbite. Au lieu de considérer cette planète comme mobile, si l'on imaginait sa masse répartie sur l'orbite proportionnellement au temps que la planète met à en parcourir chaque élément, on trouverait, par cette hypothèse, les mêmes variations séculaires.... Voici donc un problème très digne d'attention, tant par lui-même que par divers artifices nécessaires à sa solution : Déterminer l'attraction qu'exerce sur un point quelconque une orbite planétaire ou, en d'autres termes, un anneau elliptique dont*

(1) *C.-F. Gauss Werke,* t. III, p. 333.

l'épaisseur infiniment petite varie, en chaque point, suivant la loi ci-dessus expliquée.

» L'élégant théorème de Gauss se trouve démontré dans un Mémoire très récent de M. G.-W. Hill (1). Ce géomètre distingué a, de plus, complété la solution du problème en continuant les calculs de Gauss jusqu'au point où peut se faire l'application numérique, et a calculé effectivement les variations séculaires de l'orbite de Mercure, dues à l'action de Vénus. En 1855, Bour s'est occupé aussi du problème de Gauss, mais sans y rien ajouter d'essentiel, sauf l'interprétation géométrique des quantités qui figurent dans la solution.

» Cette solution même, que Gauss recommande à l'attention, n'offre, à vrai dire, de réellement remarquable que la dernière partie, celle où, pour la première fois, il est question de la *moyenne arithmético-géométrique*. Quant aux calculs employés par Gauss pour réduire à la forme canonique les intégrales elliptiques dont la solution dépend, ils ont perdu tout intérêt depuis qu'on y a reconnu les calculs élémentaires qui servent à rapporter un cône du second degré à ses axes de symétrie.

» D'après les progrès les plus récents accomplis dans la théorie des fonctions elliptiques, on sait que la réduction à la forme canonique n'est pas nécessaire pour le calcul des périodes (2). Il y avait donc lieu de reprendre le problème de Gauss pour en donner une solution explicite n'exigeant pas la résolution préalable d'une équation du troisième degré. C'est ce que j'ai fait. Je me contenterai ici d'exposer la solution, sans qu'il soit besoin d'en fournir la preuve. On y remarquera que je laisse arbitraires les axes de coordonnées; je ne les suppose même pas rectangulaires. Cette circonstance importe aux applications, comme on peut le voir dans le Mémoire de M. Hill.

» La masse d'un arc infiniment petit, sur l'orbite attirante, est *proportionnelle* à l'aire du secteur ayant cet arc pour base et le foyer pour sommet. Dans les formules ci-après, la masse est prise *égale* à cette aire.

» Désignant par x, y, z trois indéterminées, je compose, avec ces indéterminées, une forme quadratique Φ, qui a quelque analogie avec le potentiel : *soient* x_0, y_0, z_0 *les coordonnées du foyer* (le Soleil) *et* α, β, γ *celles du point attiré; après avoir pris les dérivées partielles* $\frac{\partial\Phi}{\partial x}, \frac{\partial\Phi}{\partial y}, \frac{\partial\Phi}{\partial z}$, *si l'on y*

---

(1) Simon Newcomb, *Astronomical Papers*, vol. I, 1882.

(2) Ce progrès a été accompli par M. Bruns en 1875.

remplace x, y, z par $x_0 - \alpha$, $y_0 - \beta$, $z_0 - \gamma$, on obtient ainsi les composantes de l'attraction.

» La forme Φ est composée de trois autres, M, L, Λ : 1° la forme M représente le carré de la distance d'un point à l'origine des coordonnées; 2° la forme L, égalée à zéro, représente un cône égal et homothétique à celui qui a pour base l'orbite et pour sommet le point attiré; 3° la forme Λ, égalée à zéro, représente le cône réciproque (polaire réciproque par rapport à une sphère concentrique). Cette forme Λ est prise de telle sorte que son discriminant soit réciproque de celui de la forme L.

» En désignant par S une indéterminée, soit la forme quadratique

$$\mathcal{L} = SL - M.$$

» Le quotient des discriminants de $\mathcal{L}$ et de L est un polynôme du troisième degré en S,

$$\frac{\Delta_{\mathcal{L}}}{\Delta_L} = S^3 - K_1 S^2 + K_2 S - K_3;$$

les coefficients de ce polynôme, *invariants* du système composé par les trois formes, vont seuls figurer, avec ces formes elles-mêmes, dans la solution actuelle, tandis que la solution ancienne exige la connaissance des racines de ce polynôme.

» Les invariants K servent à composer une forme quadratique auxiliaire N,

$$N = (3K_1K_3 + 2K_2^2 - K_1^2K_2)M + 2(K_1^2 - 3K_2)K_3L + (K_1K_2 - 9K_3)\Lambda,$$

et aussi les deux quantités

$$g_2 = \tfrac{4}{3}(K_1^2 - 3K_2),$$
$$g_3 = \tfrac{4}{27}(2K_1^3 - 9K_1K_2 + 27K_3),$$

qui sont les invariants des fonctions elliptiques propres à la question.

» Ces fonctions elliptiques se manifestent par la présence d'un coefficient transcendant $\varphi(\xi)$, dont je donnerai plus loin la signification, et dans lequel ξ désigne la quantité, comprise entre zéro et 1,

$$\xi = \frac{27g_3^2}{g_2^3}.$$

» Enfin la lettre h désigne la distance du point attiré au plan de l'orbite attirante.

» Avec ces notations, *voici l'expression de la forme* Φ

$$\Phi = \frac{1}{h}\sqrt[4]{\frac{K_3^2}{4g_2}}\left[\frac{2}{3}(K_1 M - 3A)\varphi(\xi) \pm \frac{2^5.3^2 g_3}{g_2^{\frac{3}{2}}} N \varphi'(\xi)\right];$$

le signe $\pm$ *doit être pris le même que celui du produit* $K_3 g_3$.

» Voici maintenant l'expression de la transcendante $\varphi(\xi)$

$$\varphi(\xi) = 2AF(\tfrac{1}{12}, \tfrac{1}{12}, 1, \xi) \pm BF(\tfrac{7}{12}, \tfrac{7}{12}, \tfrac{3}{2}, \xi)\sqrt{\tfrac{1}{3}\xi}.$$

» Le signe $\pm$ doit être pris comme précédemment.

» L'algorithme F désigne des séries hypergéométriques.

» Les lettres A et B représentent des transcendantes numériques très connues, savoir

$$A = \int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{1-x^4}} = 1,311028777146\ldots,$$

$$B = \frac{\pi}{4A} = 0,599070117367\ldots.$$

» Il est, en outre, nécessaire de donner une seconde expression de la transcendante $\varphi(\xi)$, pour le cas où ξ est voisin de l'unité. C'est là une circonstance ordinaire dans la théorie des séries hypergéométriques. Mais alors il y a deux formes différentes répondant au signe $\pm$ du produit $K_3 g_3$. Dans les deux cas, les développements procèdent suivant les puissances ascendantes de la quantité ξ_1

$$\xi_1 = 1 - \xi.$$

» 1° Dans le cas où $K_3 g_3$ est positif, on a

$$\varphi(\xi) = \frac{\pi}{\sqrt[4]{3}} F(\tfrac{1}{12}, \tfrac{5}{12}, 1, \xi_1).$$

» Si, en ce cas, ξ_1 se réduit à zéro, la transcendante φ disparaît. C'est ce qui arrive quand le cône, ayant pour base l'orbite et pour sommet le point attiré, est de révolution.

» 2° Dans le cas où $K_3 g_3$ est négatif, le développement est plus compliqué; il comprend la série

$$\psi = \sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{\frac{1}{12}(\frac{1}{12}+1)\ldots(\frac{1}{12}+n-1)\frac{5}{12}(\frac{5}{12}+1)\ldots(\frac{5}{12}+n-1)}{(1.2\ldots n)^2} T_n \xi_1^n,$$

$$T_n = \left\{\begin{array}{l} 1 + \frac{1}{2} + \ldots + \frac{1}{n} \\ \quad -6\left(1 + \frac{1}{13} + \ldots + \frac{1}{12n-11}\right) \\ \quad -6\left(\frac{1}{5} + \frac{1}{17} \ldots + \frac{1}{12n-7}\right), \end{array}\right.$$

et prend la forme

$$\varphi(\xi) = \frac{1}{\sqrt[4]{3}} \left[\psi + F\left(\tfrac{1}{12}, \tfrac{5}{12}, 1, \xi_1\right) \log 24 \sqrt{\frac{3}{\xi_1}} \right]$$

» Si, en ce cas, ξ_1 devient voisin de zéro, cette circonstance indique que le point attiré est voisin de l'orbite attirante.

» Tel est le résumé de la nouvelle solution que je propose pour le problème de Gauss.

» Si, par exemple, on prend pour axes de coordonnées les axes de symétrie de l'orbite, de grandeur a, b, avec la perpendiculaire au plan de cette orbite, on aura les expressions suivantes pour les formes M, L, Λ et les invariants K :

$$\begin{aligned}
M &= x^2 + y^2 + z^2,\\
L &= \frac{(\gamma x - \alpha z)^2}{\gamma^2 a^2} + \frac{(\gamma y - \beta z)^2}{\gamma^2 b^2} - \frac{z^2}{\gamma^2},\\
\Lambda &= a^2 x^2 + b^2 y^2 - (\alpha x + \beta y + \gamma z)^2,\\
K_1 &= a^2 + b^2 - \alpha^2 - \beta^2 - \gamma^2,\\
K_2 &= a^2 b^2 - b^2 \alpha^2 - a^2 \beta^2 - (a^2 + b^2)\gamma^2,\\
K_3 &= -a^2 b^2 \gamma^2; \qquad h = \gamma.
\end{aligned}$$

» Pour avoir les composantes de l'attraction, il faudra, après avoir pris les dérivées partielles de Φ, y remplacer x, y, z par $c - \alpha$, $-\beta$, $-\gamma$, c étant la distance du foyer au centre, ou $\sqrt{a^2 - b^2}$. »

GÉOLOGIE. — *Observations sur les groupes sédimentaires les plus anciens du nord-ouest de la France* (fin); par M. **Hébert**.

III. — Les phyllades de Saint-Lô, dans le sud de l'Angleterre. Cambrien, Précambrien, Archéen.

» Des observations récentes [1] montrent que le sol de certaines parties du sud de l'Angleterre offre une remarquable analogie avec celui des contrées dont je viens de parler.

» M. Green a donné une coupe des environs de Llanbéris (pays de Galles), où des roches fissiles, ardoisières, en lits minces, luisants et en stratification régulière, presque verticale, sont recouvertes par les conglo-

(1) Green, *Quart. Journ.*, vol. XLI, p. 74, 1885; Callaway, vol. XL, p. 567 et 589.

mérats de la série de Harlech, c'est-à-dire appartenant au *cambrien inférieur* de Saint-David, lesquels conglomérats, en bancs peu inclinés, reposent en complète discordance sur la tranche des schistes ravinés et dénudés.

» Les observations recueillies par le Dr Callaway dans l'île d'Anglesey sont tout à fait semblables.

» On est frappé de la similitude complète des caractères entre les schistes de Llanbéris et les phyllades de Saint-Lô. La présence de brèches intercalées dans le premier système ne saurait, pas plus que les poudingues granitiques du second, affaiblir l'analogie.

» Quant aux conglomérats pourprés de France, ils ont depuis longtemps été rapprochés de ceux d'Angleterre, et j'admets d'autant plus volontiers ce synchronisme que l'analogie se poursuit jusque dans les détails. Ainsi, la série commence, à Rennes comme à Saint-David, par des grès schisteux verdâtres, avec empreintes organiques. Les conglomérats pourprés qui viennent au-dessus, les schistes rouges ou violacés qui accompagnent ceux-ci sont très puissants; le tout, d'après M. Lebesconte (et son évaluation ne me paraît pas exagérée) n'a pas moins de 2000^m d'épaisseur.

» J'admets sans hésitation que notre groupe de conglomérats pourprés et de schistes rouges, avec les calcaires marbres intercalés à Laize-la-Ville, correspond au *cambrien* inférieur des Anglais; par suite, le cambrien supérieur serait représenté par les grès feldspathiques du Calvados, du cap de la Chèvre, et les grès siliceux inférieurs d'Erquy.

» Les phyllades de Saint-Lô deviennent donc comme ceux de Llanbéris, du *précambrien*, ainsi que je l'ai déjà dit (1). Or Dufrénoy, qui a si bien distingué les deux groupes, a appelé l'inférieur *cambrien*, et *silurien* celui qui correspond au vrai cambrien anglais. La plupart des auteurs français ont adopté la classification de Dufrénoy; et M. Barrois, par exemple, comme j'ai eu l'occasion de le faire remarquer récemment à l'Académie (*loc. cit.*), appelle cambrien les phyllades de Saint-Lô, tandis que ses collègues de Lille donnent, avec raison, ce nom aux schistes et quartzites de l'Ardenne, d'âge plus récent.

» Il est donc nécessaire de faire disparaître cette confusion et d'employer, pour désigner les phyllades de Saint-Lô et les masses minérales de même âge, soit le terme *précambrien*, qui ne paraît pas en faveur, soit tout autre nom.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CI, p. 1297; 1885.

» D'abord, il importe de faire observer que la partie de la France que nous avons étudiée dans ce travail montre aussi clairement que possible qu'il n'y a aucune assimilation à établir entre les phyllades de Saint-Lô, si évidemment sédimentaires bien qu'azoïques, et les *schistes cristallins* (gneiss, micaschistes, etc.). De même, en Angleterre, on ne pourrait considérer les schistes précambriens d'Anglesey et de Llanbéris comme faisant partie du groupe cristallophyllien.

» Le *précambrien* est donc le véritable premier groupe sédimentaire, le premier *terrain*. Quelques géologues le comprennent dans l'*archéen*, en le réunissant aux gneiss et aux autres schistes cristallins qui ne sont pas sédimentaires, et dont le mode de formation, quel qu'il soit, est tout autre. J'ai proposé (¹), il y a quelques années, de restreindre la signification du mot *archéen*, d'en exclure les schistes cristallins, et de l'appliquer exclusivement au premier groupe de la série sédimentaire. Le présent travail montre que le *terrain archéen*, ainsi conçu, est largement représenté dans le nord-ouest de la France et le sud-ouest de l'Angleterre.

» Le mot *archéen*, créé par Dana, est bon. Son adoption à la place du cambrien de Dufrénoy et du précambrien anglais rendrait bien plus claire la langue géologique.

» J'ai d'ailleurs, depuis longtemps, admis que le cambrien anglais doit constituer la base du silurien, et, ici, nous retombons d'accord avec Dufrénoy et ses successeurs.

IV. — Succession des phénomènes. — Plissements et fractures.

» 1° Les phyllades de Saint-Lô ou archéens ont été déposés en couches horizontales : les bancs de poudingues et de grauwacke intercalés le démontrent. Une même mer s'étendait du pays de Galles, au nord, jusqu'à Quimper et Alençon, au sud, ne laissant émergés que quelques îlots formés de granite et de schistes cristallins.

» C'était la première mer, non seulement pour la Normandie, mais pour la terre entière, avec les premières saillies émergées, centres des futurs continents.

» Cet état de choses a été de très longue durée dans notre région : l'épaisseur des dépôts, la transformation sur place des sédiments vaseux en roche phylladienne dure, antérieurement à tout dérangement, en sont la preuve.

(¹) *Bulletin de la Société géologique de France,* 3ᵉ série, t. XI, p. 29; 1882.

» A cette époque, la vie animale n'existait pas dans ces eaux, dont la température était probablement trop élevée.

» 2° Ces dépôts sont aujourd'hui verticaux; ils ont été mis dans cette position après avoir acquis leurs caractères actuels, et antérieurement à la formation des conglomérats presque horizontaux qui en couvrent les tranches.

» Comment ce phénomène s'est-il produit? Évidemment par suite d'une contraction de cette partie de l'écorce terrestre, contraction qui a déterminé des plissements et des ruptures, et probablement l'émersion de toute la région.

» La direction sud-ouest-nord-est, qu'affectent généralement les phyllades, montre que la pression s'exerçait du nord-ouest au sud-est. Cette pression a pu déterminer la formation des plans de clivage qui partagent ces couches en parallélépipèdes.

» 3° Les ruptures, dont la direction est en général est-ouest, paraissent distinctes du plissement des couches; ces ruptures auraient suivi les plissements et seraient plus intimement liées aux éruptions granulitiques.

» Les émissions siliceuses, les filons de quartz, postérieurs aux phyllades, sont antérieurs aux conglomérats pourprés.

» Les pressions résultant de ces mouvements du sol ont été assez énergiques pour redresser les strates à la verticale ou les renverser. Ces plis ont pu être plus ou moins nombreux; leurs éléments, appliqués les uns contre les autres, sont devenus parallèles et concordants; les sommets se sont brisés.

» 4° C'est alors que la mer a réoccupé son ancien domaine. Par l'action incessante des vagues sur ce sol déchiqueté, elle a enlevé les saillies, arrachant les morceaux de schistes et des fragments de filons de quartz dont elle a fait un vaste cordon littoral de galets, plus ou moins cimentés par l'argile graveleuse ou caillouteuse, résultant de la trituration des éléments phylladiens.

» Loin du littoral, les sédiments ont pu d'abord être plus argileux : c'est le cas des schistes de Rennes; mais les conglomérats pourprés ont rétabli l'uniformité sédimentaire, bien au delà même des limites de la région que j'ai embrassée. Dans certains points, comme à Saint-David, ils sont riches en trilobites et autres animaux de la faune primordiale; mais, dans beaucoup d'autres lieux, même en Angleterre, cette faune manque. Il n'y a pas bien longtemps d'ailleurs qu'on la connaît à Saint-David. Il faut donc espérer qu'on finira par la découvrir en Bretagne.

» S'il y a entre le terrain archéen et le cambrien (silurien inférieur) une grande et profonde démarcation due à des dislocations d'une intensité exceptionnelle, le sol de la Bretagne et de la Normandie, pendant tout le reste de la période primaire, ne paraît avoir été affecté que de mouvements généraux d'oscillations, qui ont exhaussé ou affaissé telle ou telle partie du sol, sans en changer notablement le relief.

» De là des interruptions sédimentaires, et l'absence de quelque étage dans certaines régions, bien qu'une concordance presque complète règne toujours entre les dépôts d'âges quelquefois éloignés et directement superposés.

» Au point de vue stratigraphique, toute la série primaire, depuis le silurien le plus inférieur jusqu'à la houille, constitue ici un ensemble bien uni, tandis que le groupe archéen s'en détache presque autant que de la série cristallophyllienne. »

THERMODYNAMIQUE. — *Réponse relative à la Note de M.* Hugoniot : « *Sur la pression qui existe dans la section contractée d'une veine gazeuse* »; par M. **Hirn.**

« Dans sa Note du 26 juillet, M. Hugoniot dit, page 242 :

« Désignant par P_0 la pression dans le gazomètre, par P_1 la pression dans le récipient, par P_x la pression dans la section contractée de la veine, M. Hirn regarde P_x comme égal à P_1, quel que soit le rapport $\left(\frac{P_1}{P_0}\right)$. Or, cette hypothèse est inexacte quand P_1 est inférieur à $0,522\,P_0$; on a toujours alors

$$P_x = 0,522\,P_0.$$

» C'est ce qu'on peut démontrer rigoureusement pour le cas où les dimensions latérales de la veine sont infiniment petites; le résultat est simplement approximatif pour une veine de dimensions finies. »

» Je ne puis que répéter ce que j'ai annoncé déjà aux *Comptes rendus* du 12 juillet (p. 112):

« J'ai constaté directement, *expérimentalement,* que le gaz, qui s'écoule par un tube cylindrique dans un réservoir où il est très raréfié, tombe *graduellement* de la pression P_0, qu'il possède dans le gazomètre, à une pression P_x, qui est *presque rigoureusement* celle du réservoir de raréfaction. »

» C'est ce que je me borne à répondre à M. Hugoniot. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MM. F. Lhoste et J. Mangot adressent, par l'entremise de M. Faye, le récit de l'ascension aérostatique dans laquelle ils ont opéré la traversée de Cherbourg à Londres, le 29 juillet dernier.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. J. Carton adresse une lettre relative au travail qu'il a soumis au jugement de l'Académie, sur les bases de la Géométrie.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Alf. Jannin adresse une Communication relative à un procédé pour combattre le Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. S. Jourdain prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats aux places vacantes dans la Section d'Anatomie et Zoologie.

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie.)

PHYSIQUE. — *Sur la vitesse d'écoulement des liquides.* Note de M. Th. Vautier, présentée par M. Cornu.

« Dans une précédente Communication, j'ai indiqué comment j'ai mesuré directement, par la méthode graphique, la vitesse d'écoulement d'un liquide.

» Depuis, j'ai appliqué la méthode du miroir tournant à la mesure directe de cette vitesse : un jet s'écoule verticalement de haut en bas à travers un orifice en mince paroi de $5^{mm},90$ de diamètre, percé dans le fond plat et horizontal d'un vase cylindrique plein d'eau ; à l'intérieur du vase, et suivant son axe, est placé un tube contenant une émulsion aqueuse de

nitrobenzine et d'essence de térébenthine; les bulles de cette émulsion, de même densité que l'eau, passent dans l'axe du jet, dont elles prennent exactement la vitesse, ainsi que l'ont établi mes premières expériences, faites par la méthode graphique. La vitesse se mesure de la manière suivante.

» Le jet étant éclairé, on projette sur un écran son image et, par suite, celle des bulles; entre l'objectif et l'écran se trouve un miroir plan, mobile autour d'un axe vertical. Si, pendant qu'une bulle se déplace verticalement dans le jet, le miroir imprime à son image un mouvement horizontal, on voit sur l'écran une ligne inclinée, résultant de la composition des deux vitesses rectangulaires. Soient v la vitesse cherchée d'une bulle et, par suite, celle du jet; V celle de son image; α l'inclinaison de la résultante, on a $v = V \tan\alpha$, en considérant un parcours assez petit pour que l'accélération soit négligeable.

» Il faut que la vitesse de rotation du miroir reste constante pendant le temps nécessaire à la mesure de l'inclinaison α, soit pendant quatre à cinq secondes. A cet effet, le miroir est logé dans une cavité ménagée vers l'un des bouts d'un axe en fer forgé; vers l'autre bout, on a ajusté un lourd volant, muni d'une poulie. Cet axe peut tourner sur lui-même entre deux pointes verticales rigides. Le mouvement de rotation de l'appareil est produit et entretenu par un moteur électromagnétique, qui reçoit le courant d'une batterie d'accumulateurs; on peut faire varier la vitesse en introduisant ou en supprimant des résistances dans le circuit.

» Dans ces conditions, la durée d'un tour du miroir ne diffère de celle du tour suivant que de $\frac{1}{700}$ de sa valeur qui, dans le cours des expériences, a varié entre $0^s,2050$ et $0^s,6599$. De plus, la différence entre la durée de deux tours consécutifs est tantôt positive, tantôt négative; elle est encore voisine de $\frac{1}{700}$, du premier au dixième tour, temps suffisant pour faire le pointé. La vitesse de rotation du miroir s'inscrit électriquement à côté d'un diapason ($133^{v.d}$,841 à 14° C.). L'erreur relative de lecture du tracé est inférieure à $\frac{1}{1000}$.

» L'écran qui sert à la mesure de l'inclinaison α est une calotte sphérique; l'image des bulles reste donc au point pendant la rotation du miroir placé au centre de la sphère de 341^{mm} de rayon. Cet écran a sa surface concave couverte de traits parallèles, distants d'environ 1^{mm}; il est mobile autour d'un axe horizontal : on peut donc amener ces traits à être parallèles à la ligne inclinée que forme sur l'écran l'image de toute bulle qui passe dans le jet. On lit ensuite sur un cercle gradué l'angle α dont on a tourné, à partir d'une origine déterminée.

» Afin d'éliminer les erreurs systématiques relatives au mode d'observation, j'ai mesuré l'inclinaison α par un second procédé : j'ai remplacé l'écran sphérique par une glace plane de 12^{mm} de diamètre, sur laquelle sont gravés des traits parallèles, distants de $\frac{1}{5}$ de millimètre, qu'on observe au moyen d'un oculaire. On peut faire tourner cette glace autour de son centre et amener les traits à être parallèles aux images successives des bulles. Un cercle divisé permet de lire l'angle dont on a tourné. L'ensemble de l'appareil forme une sorte de lunette coudée, le miroir tournant étant placé au coude, entre l'objectif et l'oculaire.

» Quel que soit le procédé d'observation adopté, au moment où le parallélisme est établi, on note la hauteur de l'eau dans le réservoir et l'on envoie sur le cylindre enregistreur un signal qui indique la région du tracé où l'on doit ultérieurement mesurer la vitesse correspondante du miroir. On a eu soin de faire tourner le miroir tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre. Voici les résultats obtenus :

	Hauteur d'eau dans le réservoir h.	Vitesse du jet à $0^{m},025$ au-dessous de l'orifice — d'après l'expérience.	Vitesse du jet à $0^{m},025$ au-dessous de l'orifice — d'après la loi de Torricelli $v=\sqrt{2g(h+0^{m},025)}$.	Différence.
	m	m	m	m
Mesures faites avec l'écran sphérique.	0,235	2,25	2,26	−0,01
	0,216	2,19	2,17	+0,02
	0,151	1,80	1,85	−0,05
	0,133	1,77	1,76	+0,01
	0,093	1,47	1,52	−0,05
		A $0^{m},01$ au-dessous de l'orifice,	$v=\sqrt{2g(h+0^{m},01)}$.	
Mesures faites avec la glace plane.	0,095	1,43	1,43	0,00
	0,107	1,49	1,52	−0,03
	0,118	1,57	1,58	−0,01
	0,133	1,66	1,67	−0,01
	0,148	1,74	1,76	−0,02
	0,166	1,82	1,86	−0,04
	0,183	1,90	1,94	−0,04
	0,191	1,96	1,98	−0,02
	0,206	2,10	2,06	+0,04
	0,218	2,16	2,11	+0,05
	0,224	2,17	2,14	+0,03

» Ces nombres confirment la loi de Torricelli à $\frac{1}{80}$ près en moyenne. Les mesures auraient été certainement plus concordantes si, comme je l'ai fait ensuite en prenant un réservoir plus grand, j'eusse maintenu plus con-

stant le niveau du liquide. On a ainsi plus de temps pour mesurer l'inclinaison de l'image des bulles.

» Les appareils et les mesures dont je viens de parler n'ont pas été destinés uniquement à vérifier la loi de Torricelli à basse pression ; car, pour cet objet, la méthode graphique m'a donné des résultats plus précis; elle est toutefois elle-même limitée par la sensibilité des plaques photographiques. Au contraire, la méthode du miroir tournant peut servir à mesurer directement la vitesse d'un jet qui s'écoule sous des pressions très élevées, mesures que je me propose de faire ultérieurement. Il suffit, pour empêcher la résolution du jet en filets, dans la partie où l'on étudie sa vitesse, de le faire sortir du réservoir par un ajutage transparent, un tube de verre de $0^{m},02$ de long par exemple. J'ai constaté que, dans ces conditions et sous une pression voisine de 230^{atm}, le liquide reste limpide tant qu'il n'a pas dépassé l'extrémité de l'ajutage (1). »

SPECTROSCOPIE. — *Spectre du pôle négatif de l'azote. Loi générale de répartition des raies dans les spectres de bandes.* Note de M. H. DESLANDRES.

« La première partie de la présente Note est réservée spécialement au spectre du pôle négatif de l'azote. L'autre partie est consacrée à une loi de répartition des raies, qui se montre nettement dans les bandes du pôle négatif, mais qui paraît générale et commune à tous les spectres de bandes.

» *Spectre du pôle négatif.* — Le spectre du pôle négatif de l'azote, d'après Angström, est le seul spectre de corps connus que l'on retrouve dans l'aurore boréale. Mais cette relation a été niée, car elle n'est appuyée encore que sur des rapprochements de longueurs d'onde. Je me suis proposé de comparer directement par la photographie les deux spectres juxtaposés dans le champ du spectroscope, et j'ai étudié tout d'abord l'un d'eux, le spectre du pôle négatif.

» Ce spectre se montre surtout vigoureux dans la gaine négative des tubes d'azote aux pressions ordinaires, et dans l'étincelle entière aux très basses pressions. Dans la région lumineuse, la seule étudiée jusqu'ici, il est accompagné de faibles traces de bandes positives; mais, dans la région ultra-violette, il se prolonge par un petit nombre de bandes seulement, et est comme étouffé au milieu des bandes positives fortes et nombreuses.

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Lyon.

» Ces différences sont clairement indiquées dans le dessin du spectre de la gaine négative de λ500 à λ280. Le deuxième groupe du pôle positif et le groupe du pôle négatif, réunis dans l'étincelle, y sont à dessein séparés. On voit que la bande la plus forte du pôle positif, λ337,2, est aussi intense que la plus forte du pôle négatif, λ391,46. Aux très basses pressions cependant, vers $\frac{1}{500}$ de millimètre, la bande λ391,46 l'emporte un peu sur sa rivale. Elle est donc caractéristique de l'azote aux très basses pressions. Cette bande a été résolue en raies fines avec le 5e spectre d'un réseau Rowland; elle est représentée ici débarrassée des raies appartenant aux deux bandes suivantes [1].

» *Loi générale de répartition des raies.* — Les raies de la bande λ391 sont réparties suivant la loi simple suivante : *les intervalles d'une raie à la suivante, calculés en nombres de vibrations ou inverses de longueurs d'onde sont à peu près en progression arithmétique.* On peut, en effet, former une progression arithmétique telle que la différence entre un intervalle quelconque de la bande et le terme correspondant de la progression soit inférieure à la raison.

» Une relation analogue a été déjà signalée par MM. Piazzi Smith et Herschel entre seize raies de la bande verte de l'oxyde de carbone; mais elle a été présentée par eux comme un fait isolé. Or cette loi simple paraît générale et je l'ai vérifiée, à peu près de la même manière, avec quelques écarts secondaires, pour toutes les bandes que j'ai pu résoudre en raies fines. La structure est seulement beaucoup moins simple en général; car le plus souvent les bandes sont formées non par une seule série, mais par plusieurs séries arithmétiques, égales, superposées et enchevêtrées les unes dans les autres. Le nombre des séries est le même pour les bandes de même origine. J'énumère ici les bandes que j'ai étudiées à ce point de vue :

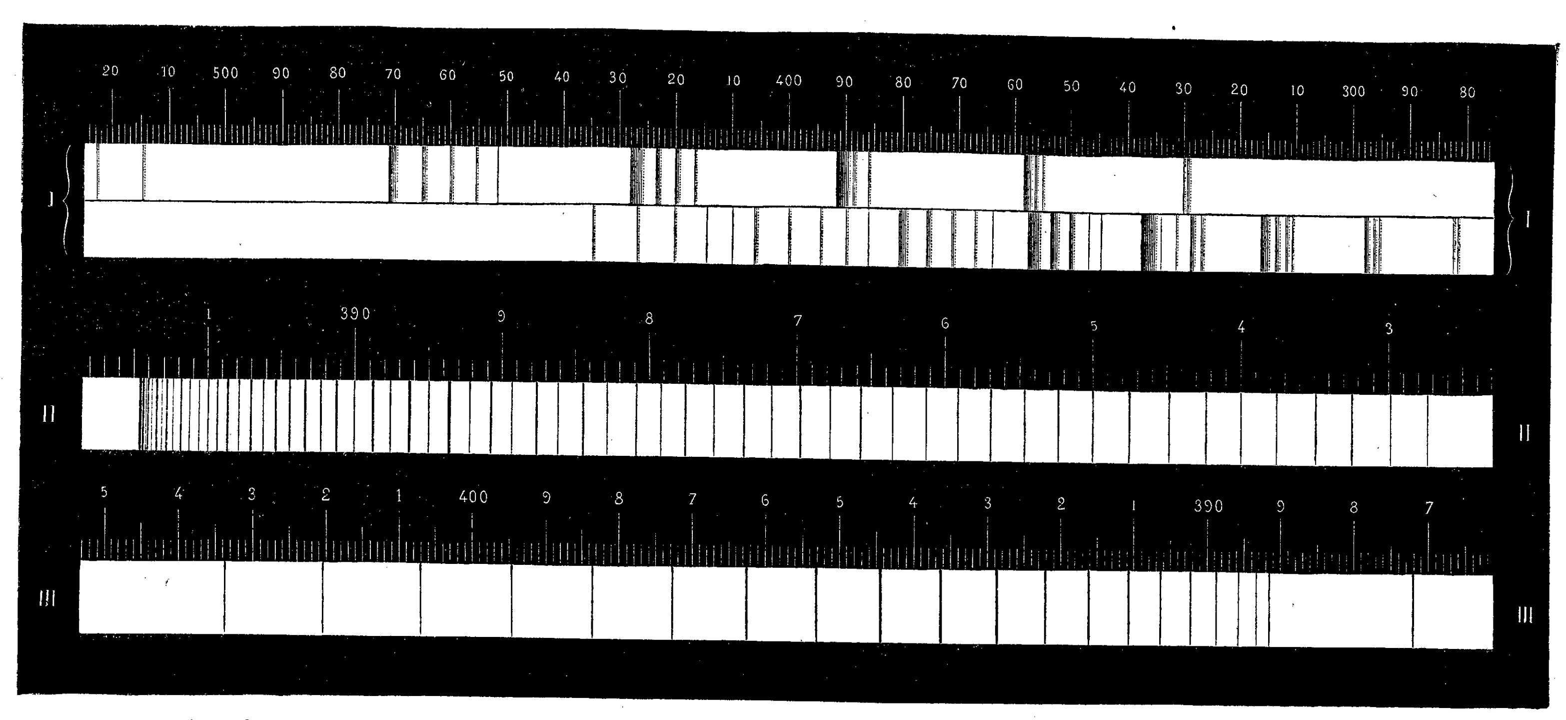
» Les autres bandes du pôle négatif; les bandes du 2e groupe positif de l'azote qui offrent chacune trois séries arithmétiques équidistantes; les bandes du 3e groupe du pôle positif de l'azote (de λ300 à λ200), avec deux ou quatre séries arithmétiques; les bandes du cyanogène avec au moins une série; les bandes talluriques ABα, qui offrent chacune au moins deux séries; les bandes d'émission de la vapeur d'eau qui présentent au moins quatre séries arithmétiques, disposées par groupes de deux, chaque

---

(1) Cette dispersion, avec les lentilles employées, est encore insuffisante au moins pour les premiers intervalles; de plus les raies ont toujours été vues simples, alors qu'elles sont probablement doubles.

SPECTRES DE BANDES

EN LONGUEURS D'ONDE.



I. — Spectre de la gaine négative des tubes d'azote. Sur la ligne supérieure est représenté le groupe du pôle négatif; sur la ligne inférieure, le deuxième groupe du pôle positif.

II. — Bande caractéristique du groupe négatif de l'azote.

III. — Bande de la combustion du gaz de l'éclairage

groupe de deux ayant l'aspect des bandes ABα; une bande de la combustion du gaz d'éclairage, voisine de H, représentée sur la Planche et qui paraît doublée d'une bande semblable plus faible. Elle offre avec les précédentes les différences suivantes : la raison est plus grande et les raies les plus rapprochées ne sont pas les plus intenses; cette dernière particularité se montre plus nettement encore dans la bande violette des hydrocarbures.

» En résumé, si l'on considère le grand nombre et les origines diverses des bandes énumérées, cette loi apparaît comme générale; et elle est vérifiée pour l'ensemble des raies d'une même bande, malgré certaines irrégularités ou perturbations qui se traduisent par une oscillation de la série des intervalles autour de la série arithmétique correspondante. En général, une variation de l'intensité des raies paraît accompagnée d'une variation des intervalles par rapport à la progression.

» Dorénavant donc, une bande pourra être définie par le nombre et l'écartement des séries qui la composent, par la position et le numéro d'une raie d'une série, et par la raison de la progression. Le nombre des séries et la raison sont surtout des éléments caractéristiques.

» Mais la loi énoncée conduit à la conséquence suivante : Si l'on donne à une raie de la série le numéro 1, et les numéros 2, 3, ..., n aux raies suivantes, l'intervalle entre la raie n et la raie 1 est représenté à peu près par le binôme $\frac{r}{2}(n-1)^2 + s(n-1)$; r étant la raison de la progression. Et, d'ailleurs, on peut toujours choisir une autre origine et donner un autre numéro à la raie qui est d'abord la raie 1, de manière à rendre le coefficient faible et au plus égal à $\frac{r}{2}$ [1]. Les intervalles entre l'origine et les raies successives sont alors à peu près proportionnels aux carrés des nombres en-

---

(1) Pour la bande de l'azote $\lambda 391,46$, si la raie la moins réfrangible reçoit le n° 1, et la raie suivante du dessin le n° 4, la dernière marquée aura le n° 63, et la raie n° n sera donnée, en inverses de longueurs d'onde, à peu près par la formule

$$255,45 + 0,0015335(n-1)^2.$$

De même, pour la bande de combustion du gaz de l'éclairage, si la première raie représentée du côté le plus réfrangible a le n° 3, la raie n est donnée par la formule $257,04 - 0,02078(n-1)^2$. La formule $257,10 - 0,0198[(n-1)^2 + n - 1]$ donne aussi de bons résultats. D'ailleurs, pour la plupart des bandes, les coefficients r et s qui peuvent convenir ne sont pas fixes; ils varient entre des limites étroites, suivant la région de la bande avec laquelle la progression est tenue de coïncider exactement.

tiers (¹). Mais les résultats précédents, et les hypothèses auxquelles ils conduisent, seront exposés avec les développements nécessaires dans un Mémoire plus étendu. »

PHYSIQUE. — *Sur les températures et les pressions critiques de quelques vapeurs.* Note de MM. C. VINCENT et J. CHAPPUIS, présentée par M. Debray.

« Dans une précédente Note, nous avons fait connaître les résultats de nos recherches sur les températures et les pressions critiques de deux séries de corps gazeux à la température ordinaire : la première était formée par l'acide chlorhydrique, le chlorure de méthyle et le chlorure d'éthyle ; la seconde contenait, avec l'ammoniaque, la série des trois amines du méthyle. Nous avons poursuivi, depuis, ce même travail, et nos expériences ont porté sur des corps liquides à la température ordinaire, le chlorure de propyle, la série des trois amines de l'éthyle et les deux premières amines normales du propyle.

(¹) Pour le spectre du pôle négatif, les intervalles entre les raies et la raie arête sont proportionnels aux carrés des nombres entiers et donc aux harmoniques successifs d'une verge sonore qui vibre dans le sens transversal. De plus, les raies arêtes forment des groupes, pour lesquels les intervalles calculés en nombres de vibrations sont à peu près constants; elles se succèdent donc comme les harmoniques successifs d'une verge sonore qui vibre dans le sens longitudinal. Or, pour ces bandes du pôle négatif, la raison de la progression est à peu près la même; dans ces conditions, on peut comparer l'ensemble des raies de ce spectre à l'ensemble des vibrations émises par une verge sonore, qui est ébranlée fortement dans les deux sens et qui donne, à la fois, les sons simples, leurs harmoniques, et les sons résultants additionnels (*Théorie mathématique d'Helmholtz sur les battements*). Si les bandes étaient tournées vers le rouge, il faudrait admettre seulement les sons résultants soustractionnels.

Cette comparaison conduit à supposer l'existence de deux mouvements vibratoires différents superposés, dans les corps qui donnent un spectre de bandes, et cette hypothèse devient plus vraisemblable si l'on remarque que ces corps sont des corps composés formés de plusieurs atomes. Leur molécule serait scindée en deux groupes ayant des positions et des vibrations différentes. Mais alors, dans les bandes formées de plusieurs séries arithmétiques, chaque série doit correspondre à un atome différent et le nombre des séries doit être en rapport avec la formule chimique du composé. Cette induction s'accorde d'ailleurs avec les résultats déjà acquis pour le spectre de la vapeur d'eau, avec la structure et l'origine probable des bandes de l'azote. On est ainsi conduit à une loi simple qui fait dépendre la disposition générale des bandes d'un atome ou d'une molécule composante, et le nombre des séries arithmétiques d'un multiple du nombre d'atomes restants dans la molécule composée.

» Les liquides qui ont servi à ces expériences ont été obtenus dans un état de pureté aussi absolu que possible; les propylamines en particulier étaient celles récemment préparées et séparées par l'un de nous [1].

» Le mode de remplissage de l'appareil Cailletet, beaucoup plus simple avec des corps liquides, est facile à imaginer; les températures critiques étant, sauf une, toutes comprises entre 200° et 300°, nous avons dû remplacer la glycérine par la paraffine dans les appareils à circulation.

» Les Tableaux suivants résument nos expériences :

1° *Températures critiques.*

		Températures		
Substances.	Composition.	critiques.	d'ébullition.	T — *t*.
Acide chlorhydrique......	HCl	51°,5	—35°	86,5
Chlorure de méthyle......	CH^3Cl	141,5	—23,7	165,2
» d'éthyle........	C^2H^5Cl	182,5	+12,5	170
» de propyle......	C^3H^7Cl	221	+46,5	174,5
Ammoniaque............	AzH^3	131	—38,5	168,5
Monométhylamine........	AzH^2CH^3	155	— 2	157
Diméthylamine..........	$AzH(CH^3)^2$	163	+ 8	155
Triméthylamine..........	$Az(CH^3)^3$	160,5	+ 9,3	151,2
Monoéthylamine.........	$AzH^2(C^2H^5)$	177	+18,5	158,2
Diéthylamine............	$AzH(C^2H^5)^2$	216	+57	159
Triéthylamine...........	$Az(C^2H^5)^3$	259	+89	170
Monopropylamine........	$AzH^2(C^3H^7)$	218	+49	169
Dipropylamine...........	$AzH(C^3H^7)^2$	277	+97,4	179,6

» Ces nombres confirment les conclusions que nous avions adoptées; ils montrent en effet que les différences entre les températures critiques et les températures d'ébullition ne sont pas constantes pour des séries de corps homologues, mais vont plutôt, en général, en croissant. Ils permettent de plus de voir que, pour les corps isomères, ni les températures critiques ni les excès des températures critiques sur les températures d'ébullition ne sont constants, comme on peut le vérifier à propos de la diméthylamine et de la monoéthylamine (C^2H^7Az), de la triméthylamine et de la monopropylamine (C^3H^9Az), et enfin de la triéthylamine et de la dipropylamine ($C^6H^{15}Az$).

(1) *Comptes rendus*, t. CIII, n° 3, 19 juillet 1886.

2° *Pressions critiques.*

Substances.	P.	T.	$\frac{273+T}{P}$.
Acide chlorhydrique	93	51,5	3,4
Chlorure de méthyle	76	141,5	5,7
» d'éthyle	54	182,5	8,4
» de propyle	49	221	10
Ammoniaque	113	131	3,6
Monométhylamine	72	155	5,9
Diméthylamine	56	163	7,9
Triméthylamine	41	160,5	10,5
Monoéthylamine	66	177	6,8
Diéthylamine	40	216	12,2
Triéthylamine	30	259	17,4
Monopropylamine	50	218	9,8
Dipropylamine	31	277	17,7

» Le rapport $\frac{273+T}{P}$ de la température critique absolue à la pression critique va en augmentant progressivement avec la complexité de la molécule dans chaque série; les pressions critiques vont au contraire en diminuant. Mais on voit de plus que, en général, les pressions critiques des corps isomères sont loin d'être égales, et que ces pressions vont, comme les températures critiques, en croissant avec la complexité de la molécule substituée. »

CHIMIE. — *Étude sur les variations de solubilité de certains chlorures dans l'eau, en présence de l'acide chlorhydrique.* Note de M. **Guillaume Jeannel**, présentée par M. Wolf.

« Au moment où M. Engel publiait son travail *Sur les variations de solubilité de certains chlorures en présence de l'acide chlorhydrique* (*Comptes rendus*, t. CII, p. 619, séance du 15 mars 1886), je poursuivais de mon côté la même étude. Mes expériences sur le chlorure de potassium me montrèrent que les variations de solubilité de ce sel ne sont pas soumises à la loi énoncée par M. Engel.

» Cette solubilité varie d'une manière continue, diminuant de moins en moins à mesure que la proportion d'acide chlorhydrique ajouté à la dissolution aqueuse augmente, de sorte qu'on ne peut pas admettre que, pour

une proportion quelconque des trois substances en présence, la somme des équivalents de chlorure de potassium et d'acide chlorhydrique dissous soit constante. Cela ressort du Tableau suivant, où sont inscrits les nombres d'équivalents de sel et d'acide trouvés dans 10^{cc} de la dissolution.

» Tous ces chiffres se rapportent à la température constante de 0°. L'unité de poids adoptée est le milligramme.

Numéros d'ordre des expériences.	K Cl dissous en équivalents.	H Cl dissous en équivalents.	Somme des équivalents de K Cl et H Cl.
1	33,646	0,000	33,646
2	31,546	2,066	33,613
3	29,872	4,201	34,073
4	28,263	6,305	34,568
5	26,576	8,402	34,978
6	23,137	12,550	35,687
7	19,973	16,533	36,506
8	17,404	20,440	37,844
9	14,945	24,180	39,125
14	5,697	45,896	51,593
18	1,950	73,603	75,553

» J'ai cherché si une autre formule ne pourrait pas représenter plus exactement le phénomène. J'imaginai d'ajouter à la somme précédente le nombre d'équivalents d'eau coexistant dans la dissolution, et j'établis ainsi le Tableau suivant :

N° d'ordre des expériences.	HO en équivalents.	K Cl en équivalents.	H Cl en équivalents.	Somme des équivalents HO + K Cl + H Cl.
1	995,7	33,646	0,00	1029,335
4	1002,6	28,263	6,305	1037,117
7	1009,4	19,973	16,533	1045,90
14	992,7	5,697	45,896	1044,29
16	970,98	2,862	60,437	1034,27
18	938,00	1,950	73,603	1013,55

» Ainsi, quelles que soient les proportions de sel, d'eau et d'acide, la somme des équivalents de ces trois substances demeure constante et égale à 1043 environ.

» Si l'on fait un calcul semblable sur les chiffres trouvés par M. Engel pour d'autres chlorures, on trouve

Nº d'ordre des expériences.	HO en équivalents.	KCl en équivalents.	HCl en équivalents.	Somme des équivalents.
Chlorure de sodium.				
1	986,5	53,5	1	1041
4	993,0	44,0	9,275	1046
7	975,7	6,1	56,35	1038
Chlorure de baryum.				
1	1048,5	29,45	0,0	1077,95
7	1052,2	6,67	22,75	1081,6
9	1000,8	0,29	50,50	1051,59
Chlorure d'ammonium.				
1	921,337	46,125	0,00	967,462
6	974,4	36,45	10,85	1021,7
7	950,2	10,875	53,00	1013,87
8	938,00	8,8	61,00	1007,8
Chlorure de strontium.				
1	998	55,00	0,00	1053,00
2	1000	48,20	6,10	1054,30
3	996	41,25	12,75	1050,00
4	991	30,6	23,30	1045,5

» De l'examen de ces chiffres il résulte que :

» 1° Pour un même chlorure, les quantités de sel et d'acide contenues dans un même volume de dissolution peuvent varier dans des proportions considérables sans que la somme des équivalents change de plus de quelques millièmes;

» 2° Cette somme est encore la même, à quelques millièmes près, quel que soit le chlorure considéré;

» 3° D'une façon générale, la somme des équivalents croît d'abord à mesure que la quantité d'acide augmente, atteint un maximum et diminue ensuite faiblement.

» Néanmoins, ces variations sont assez minimes pour que l'on puisse admettre la loi suivante :

» *La solubilité des chlorures que l'acide chlorhydrique précipite de leur dissolution aqueuse varie, en présence de cet acide, de manière que la somme des*

équivalents d'eau, de sel et d'acide formant la dissolution demeure constante, pour une même température, quel que soit le chlorure et quelles que soient les proportions du mélange. »

CHIMIE. — *Combinaisons de l'ammoniaque avec les permanganates métalliques.* Note de M. T. **Klobb**, présentée par M. Berthelot. (Extrait.)

« L'ammoniaque paraît former avec différents permanganates des composés d'addition relativement assez stables.

» Le composé d'argent ne peut être obtenu par addition directe d'ammoniaque au permanganate d'argent, ce dernier étant moins soluble que lui. Pour le préparer, on dissout, dans quantité suffisante d'eau à 10°, du permanganate de potasse (1^{mol}) et l'on sature avec de l'ammoniaque aqueuse refroidie. Puis on ajoute de l'azotate d'argent (1^{mol}) dissous dans dix fois son poids d'eau. Aussitôt il se dépose un précipité cristallin. On le recueille sur du fulmicoton, on l'essore à la trompe, et, après lavage à l'eau glacée, on fait sécher sur de la chaux vive mêlée d'un peu de sel ammoniac.

	I.	II.	Calculé pour $MnO^4Ag + 2AzH^3$.
Mn	20,23	20,90	21,07
Ag	41,21	41,49	41,37
Az	11,52	11,47	10,72
H	2,62	»	2,29

» Le permanganate d'argent ammoniacal constitue une poudre violette, peu soluble à froid, davantage dans l'eau chaude. Vue au microscope, elle paraît formée de lames rhombes. Elle se décompose peu à peu en perdant de l'ammoniaque et en laissant un résidu insoluble. Chauffée brusquement, elle fuse en se décomposant; elle détone sous le choc du marteau.

» En traitant de la même manière les sels de cuivre, cadmium, nickel, zinc, magnésium, j'ai préparé des composés analogues que je n'ai pas encore analysés.

» Les sels cobalteux, dans les mêmes conditions, ne donnent qu'un précipité brun, à cause de la facilité avec laquelle ils s'oxydent. Par contre, j'ai réussi à obtenir le permanganate cobaltique dodécammonié. A cet effet, on mélange des solutions concentrées de chlorure lutéocobaltique

(1^{mol}) et de permanganate de potasse (6^{mol}). Il se dépose un précipité cristallin noir qui, redissous dans l'eau bouillante, donne par refroidissement de petits cristaux noirs, brillants, en forme de cubes, d'octaèdres, de cubo-octaèdres. L'analyse a donné pour ce nouveau corps :

	I.	II.	Calculé pour $(MnO^4)^6, Co^2, 12AzH^3$.
Co	11,44	»	11,39
Mn	31,26	31,48	31,85
Az	16,42	»	16,21
H	3,73	3,50	3,47

» Le cobalt et le manganèse ont été séparés par l'acide cyanhydrique, d'après la méthode de Gibbs.

» Chauffés ou soumis à la percussion, les cristaux de permanganate lutéocobaltique détonent.

» Si, dans la préparation ci-dessus, on emploie un excès de chlorure lutéocobaltique (par exemple 6^{mol} MnO^4K pour 5^{mol} de $Co^2Cl^6, 12AzH^3$), il se produit des lamelles hexagonales d'un violet magnifique. Ce nouveau composé renferme du chlore.

» Dans tous ces corps, on ne peut doser l'ammoniaque en les chauffant directement avec la soude et recueillant AzH^3 dans l'acide titré. Dans ces circonstances, en effet, une partie de l'ammoniaque s'oxydant, on retrouve, dans le résidu, de l'azotite de soude, et il ne se dégage que 70 à 80 pour 100 de l'ammoniaque théorique. Tous les titrages ont été effectués après réduction préalable du permanganate par l'acide sulfureux, puis chassant l'excès de gaz par la chaleur ou par un courant d'air. »

THERMOCHIMIE. — *Étude chimique et thermique des acides phénolsulfuriques. — Acide paraphénolsulfurique.* Note de M. **S. Allain-Le Canu**, présentée par M. Berthelot.

« Nous nous proposons de refaire une nouvelle étude des trois acides phénolsulfuriques (oxyphénylsulfoniques) $C^{12}H^6S^2O^8$. Cette Note sera consacrée à l'étude de l'isomère para.

» L'acide paraphénolsulfurique, que nous avons préparé par le procédé connu, cristallise en aiguilles incolores, hydratées, très déliquescentes.

» Nous avons préparé également le sel monopotassique de cet acide en

le saturant exactement par le bicarbonate de potasse pur. De cette solution, on obtient des cristaux anhydres, infusibles jusque vers 400°.

	Pour 100.
Le dosage du soufre a donné	15,06
Le dosage du potassium a donné	18,35

	Calculé pour la formule $C^{12}H^5KS^2O^8$. Pour 100.
Soufre	15,09
Potassium	18,39

» L'étude cristallographique et optique de ce sel nous a montré que les cristaux appartiennent au système orthorhombique. Les faces que nous y avons reconnues sont les faces *m*, la face *g'* très développée et les faces $b^{\frac{1}{2}}$. Le grand développement de la face *g'* donne à ces cristaux l'apparence de lamelles. Ces lamelles, très allongées suivant *mm* sont hexagonales, grâce à la présence du pointement $b^{\frac{1}{2}}$.

» Nous avons pu déterminer également les propriétés optiques de cette substance. Le plan des axes optiques est parallèle à la base *p* du prisme et les axes sont très écartés ($2E = 120°$ environ). La bissectrice de l'angle aigu des axes optiques est perpendiculaire à *g'* : elle correspond à l'axe *ng* (grand indice). Le cristal est donc positif.

» Nous avons aussi préparé les dérivés bromés de l'acide que nous étudions. Dans la solution concentrée et bien refroidie de l'acide précité, on fait passer les vapeurs de brome, entraînées par un lent courant d'air. On a eu soin de calculer d'avance la quantité de brome nécessaire pour substituer 1^{éq} de brome à 1^{éq} d'hydrogène.

» La solution obtenue de l'acide monobromé a été ensuite évaporée dans le vide. On obtient ainsi des aiguilles incolores, hydratées, contenant 12,24 pour 100 d'eau. L'analyse conduit à la formule

$$C^{12}H^5BrS^2O^8 + 4HO.$$

» Cet acide est excessivement déliquescent. Son sel monosodique cristallise en aiguilles qui, séchées à 100°, répondent à la formule

$$C^{12}H^4NaBrS^2O^8.$$

» Pour préparer l'acide bibromé, nous avons suivi le même procédé, en prenant le double de brome de la quantité précédente. On obtient des

écailles cristallines qui, desséchées dans un courant d'air sec, contiennent $2^{éq}$ d'eau,

$$C^{12}H^4Br^2S^2O^8 + 2HO.$$

» Si maintenant on veut obtenir l'acide tribromé par l'action du brome, soit en dissolution, soit en vapeurs, même avec les précautions indiquées, on n'arrive pas à substituer 3 de brome à 3 d'hydrogène.

» Dans les deux cas, nous avons constaté, en employant soit la solution d'acide paraphénolsulfurique, soit la solution du sel de potasse décrit plus haut, qu'il se forme de l'acide sulfurique, de l'acide bromhydrique et un précipité de tribromophénol. La réaction peut être exprimée par l'équation suivante :

$$C^{12}H^6S^2O^8 + 3Br^2 + H^2O^2 = 3HBr + S^2O^6, H^2O^2 + C^{12}H^3Br^3O^2.$$

» Étude thermique. — *Acide paraphénolsulfurique* $C^{12}H^6S^2O^8$ (174^{gr}).

Chaleur de neutralisation.

(24^{gr} d'acide dans 1^{lit}; $NaO = 2^{lit}$.)

$C^{12}H^6S^2O^8 + 1^{éq}NaO$	Cal +13,439	(vers 22°)
» $+ 2^{éq}NaO$	+ 8,960	
Total	+ 22,399	

» La chaleur dégagée avec le premier équivalent de soude montre que c'est un acide fort; par le deuxième, que c'est un phénol. Ces nombres concordent avec ceux de MM. Berthelot et Werner sur l'aseptol.

» *Acide paraphénolsulfurique monobromé* $C^{12}H^5BrS^2O^8$ (253^{gr}).

Chaleur de neutralisation.

(Acide $15^{gr},32 = 1^{lit}$; $NaO = 4^{lit}$, environ.)

$C^{12}H^5BrS^2O^8 + 1^{éq}NaO$	Cal 13,520	(vers 20°)
» $+ 2^{éq}NaO$	10,703	
Total....	24,223	

» Par le premier équivalent, cet acide est presque identique au premier. Par le deuxième, il se rapproche des acides faibles, tels que l'acide carbonique, l'acide cyanhydrique, etc.

» *Acide paraphénolsulfurique bibromé* $C^{12}H^4Br^2S^2O^8$ (332^{gr}).

Chaleur de neutralisation.
(Acide $14^{gr},9 = 1^{lit}$; NaO $= 3^{lit}$ environ.)

		Cal
$C^{12}H^4Br^2S^2O^8$	$+ 1^{éq}$NaO......	13,067 (vers 21°)
»	$+ 2^{éq}$NaO......	12,634
	Total....	25,701

» D'après ces chiffres, on voit que la chaleur de neutralisation du premier équivalent ne diffère pas beaucoup de celle des acides précédents; par le deuxième, la chaleur de neutralisation est comparable aux acides oxybenzoïques.

» En résumé, du rapprochement des données thermiques on peut conclure que l'introduction d'un élément électronégatif (dans ce cas, le brome) à la place de l'hydrogène ne change pas la valeur thermique de la première basicité et que, au contraire, elle augmente d'une manière notable et progressive la valeur de la seconde.

» Nous nous proposons de poursuivre l'étude comparative avec les isomères de la série ortho et méta, étude déjà commencée. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence de la lécithine dans les végétaux.* Note de MM. **Ed. Heckel** et **Fr. Schlagdenhauffen**, présentée par M. Chatin.

« La lécithine a été trouvée dans un grand nombre de tissus animaux (Hoppe-Seyler, Tolmatschef, Schmidt et Muhlheim, Frantz Hundeshagen, Bouchardat et Quévenne, Dastre et Morat). Les derniers travaux de Bokay établissent que ce composé se dédouble dans le pancréas en *acide phosphoglycérique, choline* et *acide gras*.

» Envisagée tout d'abord comme principe constitutif du règne animal seulement, la lécithine a été décelée depuis dans certains végétaux (Hoppe-Seyler, Krætzschmar de Gœttingue).

» En nous occupant récemment de l'étude de quelques corps gras dans lesquels nous avions découvert la présence de la *cholestérine,* nous avons pensé à y rechercher également la lécithine.

» A cet effet, nous avons épuisé la matière par l'éther de pétrole et le chloroforme. Après distillation, le résidu a été traité au nitrate de potasse. Le produit, repris par l'eau et additionné d'un excès d'acide nitrique, a été

évaporé jusqu'à siccité et chauffé à l'étuve à 140°. La solution aqueuse du résidu a été traitée (réactif molybdique et sel d'urane) en vue d'obtenir les précipités caractéristiques de l'acide phosphorique.

» Nos essais nous ont conduits aux résultats suivants :

» 1° Précipités jaunes fournis par le réactif molybdique avec les huiles extraites au moyen de l'éther de pétrole de semences de Jequirity (*Abrus precatorius* L.), Moutarde noire, Moutarde blanche, Arachides, Fenugrec, et avec les corps gras du *Phrynium Beaumetzi* Heckel (racines), *Globularia Alypum* L. (feuilles), *Cassia occidentalis* L. (Fedegosa).

» 2° Les huiles d'olive, de ricin, de sésame, de lin, d'œillette, de coton et de laurier n'ont pas fourni la moindre coloration.

» En employant la liqueur titrée d'acétate d'urane, nous avons pu doser par le précipité blanc formé dans la solution la quantité d'acide phosphorique contenu dans ces corps gras. Voici les résultats obtenus :

Semences.	Acide phosphorique anhydre pour 100.
	gr
Huile de Jéquirity	0,050
» d'Arachides	0,005
» de Fedegosa	0,235
» de Fenugrec	0,266
» de Moutarde noire	0,040
» de Moutarde blanche	0,035
Corps gras de feuilles d'*Erythroxylum hypericifolium*	0,010
» de racines de *Phrynium Beaumetzi*	0,100
» de feuilles de *Globularia Alypum*	0,005

» Ceci nous montre que l'acide phosphorique se trouve dans un certain nombre de plantes prises au hasard (et étudiées dans un but médicinal) tandis qu'il fait entièrement défaut dans d'autres.

» L'acide phosphorique ainsi obtenu ne peut provenir que de la lécithine, puisque c'est le seul composé qui jouisse de la propriété de se dissoudre dans les véhicules employés. Pour en donner la preuve, nous avons procédé à la saponification de quelques-unes des huiles qui nous avaient fourni les chiffres les plus élevés (Fedegosa, Jéquirity, Fenugrec). Nous avons obtenu de la sorte dans chacun de ces cas, en employant la baryte caustique, un savon barytique insoluble qui présentait à la fois les caractères de la glycérine et de l'acide phosphorique.

» La présence de la *choline*, troisième produit du dédoublement de la lécithine, n'a pu être déterminée en raison de la petite quantité de matière

que nous avions à notre disposition. Mais celle des deux autres produits, *glycérine* et *acide phosphorique*, nous semble suffisante pour témoigner dans les cas ci-dessus de l'existence de la lécithine.

» Les faits que nous signalons ici viennent se joindre à ceux indiqués par les deux auteurs allemands ci-dessus désignés pour établir un lien de plus entre le règne animal et le règne végétal; ils confirment une fois de plus la grande vérité de l'unité vitale proclamée par Cl. Bernard, à laquelle vient s'ajouter aujourd'hui l'*unité d'évolution* et de *composition organique*. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Eau-de-vie franche de goût, fabriquée avec du marc de vin blanc*. Note de M. **Alph. Rommier**, présentée par M. Peligot.

« Les marcs de vin blanc, qui ne sont généralement pas mis à cuver avec le jus du raisin, ne sont pas imprégnés de vin. Ils ne servent guère qu'à la fabrication des petites boissons aigres-douces. Lorsqu'on les abandonne à la fermentation, dans des fûts bien remplis, ils donnent à peine 2^{lit} à 3^{lit} d'eau-de-vie de mauvaise qualité, par 100^{kg} de marc.

» Vers 1865, MM. Petit et Robert ont obtenu un rendement un peu plus considérable et une meilleure eau-de-vie en établissant, dans des macérateurs, des lavages méthodiques de la vendange écrasée, afin d'épuiser le marc de ses principes solubles. Par ce procédé, le vin étant plus allongé d'eau fermente plus complètement; mais il n'est plus marchand et ne peut plus servir qu'à la fabrication de l'eau-de-vie.

» Les marcs de vin blanc éprouvent difficilement la fermentation alcoolique et sont rapidement envahis par des ferments secondaires. Ils sont, en effet, appauvris par le pressurage de la majeure partie de la levure de vin dont les germes se trouvent sur la pellicule du fruit et s'écoulent avec le jus qui en sort, pour devenir les ferments du vin blanc. Il en résulte que les fausses levures, les ferments *de la tourne des vins*, s'y développent aisément et provoquent la formation de produits de mauvaise nature; M. Pasteur, dans ses *Études sur le vin* (p. 42), a reconnu qu'un marc qui a fermenté avec de l'eau pendant quinze jours lui a donné un liquide très peu alcoolique, d'une acidité très désagréable et très riche en acides volatils, dont il répandait même l'odeur. Il contenait en outre autant de particules du ferment *de la tourne* que de globules d'une levure particulière, différente du ferment ordinaire du vin et qui depuis a reçu le nom de *levure Pasteur*.

» Il est donc nécessaire, si l'on veut faire fermenter régulièrement un marc de vin blanc, avec de l'eau ordinaire ou avec de l'eau sucrée, de lui restituer la levure de vin qu'on lui a enlevée par le pressurage. On peut obtenir facilement cette levure en lui appliquant les procédés de fabrication imaginés par M. Pasteur pour la levure de bière.

» La lie des vins contient beaucoup de la levure de vin, aussi appelée *levure ellipsoïdale;* mais elle y est très impure, et l'on ne dispose de ces lies qu'au moment des soutirages; il est préférable d'employer celle qui provient d'un moût en fermentation. Avant les vendanges, on se procure quelques kilogrammes de raisin parmi ceux qui, les premiers, atteignent leur maturité. Il faut les choisir avec soin, les égrapper avec des ciseaux, les écraser et les mettre à fermenter dans un flacon muni d'un tube abducteur plongeant dans l'eau. C'est le jus de ce raisin qui, dès que sa fermentation est bien déclarée, sert à ensemencer les petites cultures destinées à conserver la levure à l'état de pureté et les liquides employés à déterminer les fermentations. Ces liquides consistent en jus de raisin stérilisé par la chaleur; à son défaut, en décoctions de raisins secs et même de marcs de raisin qui n'ont pas subi la fermentation, et auxquelles on ajoute un peu de sucre. Dans deux Communications à l'Académie des Sciences [1], j'ai reconnu que de 1 à 3 pour 100 de ces liquides, en pleine activité, déterminent, entre douze et vingt-quatre heures, la fermentation d'un moût qui, par suite d'une insuffisance de température, ne fermenterait qu'au bout de huit à quinze jours.

» C'est dans ces conditions que j'ai fait des essais de fermentation avec des marcs de vin blanc. Un de ces marcs m'avait été envoyé à Paris par mon bien regretté maître, M. Paul Thenard; il provenait de la récolte de son vignoble de Montrachet de 1883. Le raisin n'avait pas été préalablement égrappé : on l'avait seulement pressé à trois reprises pour en extraire le jus, et le marc qui en était résulté avait été mis immédiatement, bien pressé, dans un fût, et expédié par le chemin de fer. A son arrivée, il était bien conservé et présentait une odeur agréable de vendange en fermentation.

» 45^{kg} de ce marc ont été mis à fermenter dans des touries avec :

» 1° 89^{lit} d'eau à la température de 20°;

» 2° 25^{kg} de sucre;

---

(1) *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 1594, et t. XCIX, p. 695.

» 3° 2lit,600 d'un liquide préparé avec une décoction de raisin sec, contenant de la levure en pleine activité.

» Le tout représentait 1hlit environ de liquide. La fermentation, commencée dès le lendemain, a duré près d'un mois, par une température variant de 18° à 15°. Le vin tiré dosait de 13,05 à 13,25 d'alcool. Après l'avoir laissé s'éclaircir pendant quelques jours, j'en ai distillé une partie pour en retirer de l'eau-de-vie. La totalité du vin de marc en aurait fourni 25lit environ, riche à 50°.

» L'eau-de-vie ainsi obtenue était franche de goût; mais, pour que son parfum puisse se former en la laissant vieillir dans un fût, la quantité qui en avait été faite était trop faible; elle y aurait contracté un *goût de bois* trop prononcé et se serait bientôt perdue par l'évaporation. Je l'ai simplement mise à infuser avec 6gr de copeaux de chêne par litre, puis décantée et abandonnée dans un grand flacon dont elle occupait les $\frac{2}{3}$ du volume et dont le bouchon était traversé par un petit tube de verre qui permettait le renouvellement de l'air.

» Dans ces conditions, ses principes aromatiques se sont développés, lentement d'abord et plus rapidement dans la suite, surtout en l'exposant au soleil, afin de la faire vieillir plus vite. Actuellement elle date de près de trois ans, est très franche de goût, parfumée, et possède une odeur particulière, due au cépage qui l'a produite, *le pinot blanc de Bourgogne,* et son odeur rappelle un peu celle des grands vins blancs de la Côte-d'Or.

» Il résulterait de cette expérience :

» 1° Que le mauvais goût des eaux-de-vie de marc proviendrait du fait de certains ferments qui pulluleraient pendant les fermentations lorsque la levure ellipsoïdale s'y trouve en défaut, et qu'il suffirait d'ajouter de cette dernière pour paralyser leur action;

» 2° Que les marcs de vin blanc conserveraient encore une quantité importante de la matière aromatique, encore inconnue, qui fournit le bouquet des eaux-de-vie et qu'on l'en retirerait en faisant fermenter ces marcs avec une quantité d'eau sucrée qui resterait à déterminer par l'expérience.

» Ces eaux-de-vie ainsi préparées, qui n'auraient pas été aromatisées artificiellement, ne seraient pas nuisibles à la santé publique et elles deviendraient d'une grande ressource pendant la crise que nous traversons par suite des ravages du Phylloxera. »

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelles recherches sur le courant nerveux axial* (¹).
Note de M. **Maurice Mendelssohn**, présentée par M. Marey.

« En poursuivant mes recherches sur le courant nerveux axial (²), j'ai trouvé que :

» 1° La force électromotrice du courant axial d'un tronçon nerveux donné croît avec la longueur de ce tronçon, sans qu'il existe une proportionnalité complète entre ces deux facteurs. Ce rapport s'exprime plutôt par une courbe, dont la concavité est tournée vers l'abscisse des longueurs du nerf. En réduisant de plus en plus la longueur d'un tronçon nerveux, on voit que la direction du courant axial n'est conforme que jusqu'à une certaine limite à la loi que j'ai formulée dans un travail précédent (³), au delà de laquelle toute régularité disparaît, probablement en vertu de différences accidentelles entre les deux sections transversales.

» 2° La force électromotrice du courant axial augmente avec le volume du nerf, c'est-à-dire avec le diamètre de sa section transversale. Ceci n'est applicable qu'au cas où l'on compare deux nerfs ayant le même rôle fonctionnel chez deux animaux de même espèce, ou chez le même animal, par exemple deux sciatiques de la même longueur, mais d'un volume inégal, pris chez deux grenouilles différentes, ou deux racines postérieures du même animal. Ce rapport devient moins évident ou même n'existe plus, quand on compare deux nerfs différents chez le même animal, par exemple le nerf optique et l'olfactif chez le poisson, en particulier chez la carpe et chez l'alose. La différence de volume de ces deux nerfs est bien plus considérable que la différence entre la force électromotrice de leurs courants axiaux.

» 3° La force électromotrice du courant axial diminue avec la fatigue du nerf provoquée par une tétanisation prolongée. Ce phénomène s'observe surtout dans les nerfs moteurs ou dans les nerfs mixtes avec prédo-

---

(¹) Travail du laboratoire de M. le professeur Marey, au Collège de France.

(²) On nomme ainsi tout courant qui résulte de la différence de potentiel électrique entre deux surfaces de sections transversales d'un nerf.

(³) Voir *Sur le courant nerveux axial* (*Archives de Du Bois-Reymond*, 1885, aussi dans *Comptes rendus de la Soc. de Biologie de Paris*, 28 juin 1886). J'ai démontré, dans ce travail, que la direction du courant nerveux axial est toujours opposée au sens de la fonction physiologique du nerf.

minance des fibres motrices, et n'est que très peu accentué dans les nerfs dont la fonction est centripète.

» La fatigue d'un nerf provoquée par une longue tétanisation peut même complètement abolir le courant axial. C'est ainsi que ce dernier étant ascendant dans un nerf mixte change de direction sous l'influence de la tétanisation et devient descendant, c'est-à-dire qu'il prend la direction propre au courant axial des nerfs centripètes. Ce fait est dû sans doute à l'épuisement des fibres motrices du nerf mixte, à la suite d'une tétanisation prolongée.

» 4° La dessiccation du nerf et surtout celle de sa surface de section transversale diminue rapidement la force électromotrice du courant axial; celle-ci peut être ramenée à sa valeur primitive à la suite de l'application au nerf d'une nouvelle section transversale. Un nerf enlevé de l'organisme de l'animal, de douze à vingt-quatre heures après la mort de ce dernier, présente encore un courant axial, dont la force électromotrice est relativement assez considérable. Les altérations du nerf produites après la mort diminuent la force électromotrice du courant axial. Je me propose de revenir sur cette dernière question dans une Communication ultérieure, où j'aurai aussi à m'occuper des variations électrotoniques du courant axial et de l'influence des poisons sur ce dernier.

» Les faits relatés plus haut démontrent déjà que le courant axial jouit des mêmes propriétés physiques et physiologiques que M. E. Du Bois-Reymond a constatées pour d'autres courants nerveux.

» Le fait cité au n° 3 vient en outre à l'appui de cette idée que j'ai émise dans mon travail précédent et en vertu de laquelle la direction du courant axial se trouve en rapport très intime avec le sens de la fonction du nerf. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les altérations d'*ordre hématique *produites par l'action du sulfure de carbone sur l'économie*. Note de MM. **Kiener** et **R. Engel**, présentée par M. Charcot.

« Les auteurs qui se sont occupés de l'intoxication par le sulfure de carbone ont surtout décrit les accidents qui résultent de l'emploi de ce corps dans l'industrie et, jusque dans ces derniers temps, n'ont mentionné que des phénomènes nerveux parmi les symptômes de cet empoisonnement.

» Tout récemment, l'attention a été éveillée sur les altérations d'*ordre hématique*. C'est ainsi que Tamassia (*Canstatt's*, p. 420; 1881) a été amené à

rapporter les divers symptômes de l'intoxication aiguë (dyspnée, emphysème, infarctus hémorrhagique des poumons, etc.), à l'asphyxie résultant d'une altération du globule sanguin. Cette altération consiste, d'après l'auteur, en l'*amoindrissement* de volume des globules rouges, dont le contour devient plus net et qui affectent quelquefois une forme triangulaire ou étoilée, ou bien se divisent en petits fragments. D'autre part, Schwalbe déclarait, en 1884, au Congrès des Naturalistes allemands, à Magdebourg, avoir produit chez les lapins une mélanémie et une mélanose de la plupart des organes, après quatre à huit semaines d'intoxication lente par le sulfure de carbone, mais il ne mentionne pas d'altérations du globule rouge.

» L'importance que pouvait présenter l'observation de Schwalbe relativement à la physiologie pathologique encore si obscure du pigment malarien nous a engagés à reprendre les expériences de cet auteur pour nous assurer de la réalité du fait annoncé et pour rechercher s'il n'existait pas une relation entre cette pigmentation et l'altération du globule rouge mentionnée par Tamassia.

» Les expériences que nous avons instituées ont porté sur douze lapins qui ont été intoxiqués dans les conditions les plus variées, savoir : par inhalations jusqu'au coma, répétées quatre à cinq fois en deux ou trois jours (deux cas); par injection sous-cutanée de 1^{gr} de sulfure de carbone pur d'heure en heure, jusqu'à la mort (deux cas); par injection sous-cutanée de 1^{gr} de sulfure de carbone par jour pendant quatre à six jours (quatre cas); par injection sous-cutanée de $0^{gr},3$ à $0^{gr},6$ du toxique en solution dans l'huile pendant douze à soixante jours (trois cas); enfin, un lapin a pris à l'intérieur d'abord $0^{gr},3$ par jour pendant quinze jours, puis $0^{gr},6$ pendant plus d'un mois, puis 1^{gr} par jour pendant trois semaines.

» Dans les intoxications à doses massives nous avons constaté, pendant la vie de l'animal ou immédiatement après la mort et dans le sang encore chaud, une altération de globule rouge consistant dans des changements de forme de nature amœboïde. Le globule s'allonge, présente une, deux ou trois pointes plus ou moins étirées, affecte la forme de cornemuse, de croissants, etc. Le phénomène est de courte durée et cesse longtemps avant la formation de la fibrine. Ces déformations ne peuvent plus être observées sur des préparations sèches. Nous n'avons pu constater nettement le phénomène de la fragmentation du globule rouge dans le sang vivant, mais beaucoup de globules nous ont paru augmentés de volume, plus pâles et de consistance plus fluide qu'à l'état normal.

» La dissolution dans le plasma se produit avec la plus grande facilité

dans les points où les globules sont tassés ou comprimés. Nous n'avons pas pu observer ces lésions dans l'empoisonnement chronique.

» Dans aucun cas nous n'avons eu d'indice de la dissolution rapide et considérable du globule rouge pendant la vie. L'urine examinée avec soin chez tous les lapins n'a jamais renfermé d'hémoglobine dissoute. Dans un seul cas nous avons observé une hématurie passagère. Nous rattachons ce symptôme à l'irritation rénale qui a été constatée d'une façon constante dans l'empoisonnement chronique.

» Dans l'intoxication par inhalations, nous avons rencontré dans l'abdomen une sérosité sanguinolente et dans les poumons des infarctus hémorrhagiques. Dans aucun cas l'examen spectroscopique du sang ou du sérum sanguin ne nous a permis de constater de la méthémoglobine.

» *Quant au pigment malarien décrit par Schwalbe, il a fait constamment défaut.*

» Mais nous avons trouvé d'une manière constante, et surtout dans les cas où l'intoxication avait été prolongée et avait amené la mort, l'accumulation dans certains organes d'un pigment particulier que nous considérons comme ferrugineux et dérivant de la matière colorante du sang.

» Dès 1867, Perls (*Archiv. de Virchow*, t. XXXIX) considérait comme un albuminate de fer un pigment qui se rencontre dans les extravasats sanguins et qui est coloré en bleu par le ferrocyanure de potassium additionné d'acide chlorhydrique. Nous n'avons pas obtenu cette réaction dans nos expériences, mais bien une coloration noire immédiate et intense par le sulfure ammonique. Cette dernière réaction est considérée par Quincke comme suffisamment caractéristique d'un pigment ferrugineux. Cet auteur fait remarquer avec raison que certaines combinaisons organo-métalliques du fer ne présentent pas nécessairement toutes les réactions des sels de fer. D'autre part, les recherches de Quincke [*Ueber Siderosis* (*Archiv für Kl. med.*, t. XXV et XXVII)] ont mis hors de doute que la formation de ce pigment ferrugineux devient surtout considérable dans le cas où le globule sanguin est détruit en quantité plus grande qu'à l'état normal.

» Nous nous sommes assurés qu'à l'état normal chez le lapin ce pigment se rencontre exclusivement dans la rate et la moelle osseuse, en petite quantité et pas constamment. Le sulfure ammonique colore çà et là quelques-unes des grandes cellules de ces deux tissus d'une teinte noir verdâtre, et exceptionnellement y fait apparaître de fines granulations noires. Chez les lapins intoxiqués par le sulfure de carbone, ce phénomène est incomparablement plus prononcé. La rate est, en général, sensible-

ment augmentée de volume. Un petit fragment de la pulpe splénique prend immédiatement, au contact du sulfure ammonique, une coloration noir intense; et au microscope on voit, soit dans les grandes cellules à globules sanguins, soit dans les cellules plus petites et à granulations éosinophiles, des gouttelettes et des gouttes souvent volumineuses de ce pigment qui, avant l'action du réactif, sont très réfringentes, tantôt incolores, tantôt légèrement colorées en jaune. Même observation pour la moelle des os.

» Le sang de la veine splénique renferme toujours un certain nombre de ces cellules chargées de pigment. On retrouve encore ces cellules dans le sang de la veine-porte et dans les capillaires du foie; mais ordinairement elles s'arrêtent dans cet organe. Une seule fois nous avons constaté leur présence dans le sang sus-hépatique, jamais dans le sang périphérique. Le parenchyme hépatique lui-même ne nous a montré de pigment ferrugineux que dans les cas où la surcharge pigmentaire de la rate et de la moelle était considérable. Nous n'en avons jamais observé aucun indice dans le rein.

» Chez les animaux ayant succombé naturellement, et dont l'autopsie n'a pu être faite qu'au moment où déjà se manifestaient des indices de putréfaction, nous avons trouvé à la périphérie de la rate et dans le sang de la veine splénique des cellules renfermant des gouttes pigmentaires noires qui au premier aspect rappelaient les éléments caractéristiques de la mélanémie paludéenne; mais l'action de l'acide chlorhydrique étendu fait immédiatement disparaître la coloration noire, et restitue le pigment sous sa forme originelle de gouttes réfringentes légèrement colorées en jaune. Il s'agit donc du pigment ferrugineux coloré en noir sous l'influence des produits sulfurés de la putréfaction.

» En résumé, la formation exubérante de ce pigment ferrugineux, jointe à l'altération morphologique constatée dans le globule sanguin pendant l'intoxication aiguë, nous autorise, malgré l'absence d'hémoglobinurie et de méthémoglobinémie, à considérer le sulfure de carbone comme un agent attaquant la vitalité du globule rouge et précipitant son usure physiologique. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la résistance du virus morveux à l'action destructive des agents atmosphériques et de la chaleur.* Note de MM. **Cadéac** et **Malet**, présentée par M. Chauveau.

« Nous avons d'abord cherché à réaliser les conditions naturelles qui, dans la pratique, détruisent le virus morveux ou en assurent la conservation, et nous avons examiné ainsi pendant combien de temps la virulence persiste : 1° dans les humeurs desséchées plus ou moins rapidement, et dans le poumon abandonné à l'air libre à diverses époques de l'année; 2° dans les humeurs placées dans une atmosphère saturée d'humidité à la température ambiante; 3° dans les humeurs étendues d'eau. Puis, nous avons étudié le degré de résistance du virus morveux à la chaleur.

» 1° *Influence de la dessiccation.* — La résistance du virus morveux à la dessiccation varie suivant que celle-ci est lente ou rapide, que le milieu est froid ou chaud, sec ou humide. Dans l'enceinte d'une salle, telle que le laboratoire, où les écarts de température et d'état hygrométrique de l'air sont trés atténués par le foyer, la respiration, etc., la virulence du jetage morveux ou du pus farcineux, étalé en mince couche sur des verres de montre, s'est toujours conservée le même temps, quelle que fût la saison : actif après deux jours, le virus desséché s'est montré inactif le troisième jour.

» Dans l'air extérieur, au contraire, nous avons vu le jetage morveux tantôt inoffensif le troisième jour, tantôt virulent le neuvième jour. Le premier cas a coïncidé avec l'été ou la fin du printemps (mois de mai), le second avec le commencement de l'hiver (décembre). Or le relevé des observations météorologiques correspondant à ces époques établit que, dans le premier cas, la température était élevée et l'air sec, tandis qu'elle était basse et l'air très humide dans le second. D'autre part, nous avons remarqué que la matière morveuse était absolument sèche dans tous les cas où le virus a été détruit, et qu'elle était molle en un ou plusieurs points quand elle s'est trouvée active.

» De ces données, nous concluons que : 1° le virus morveux perd sa virulence dans les humeurs exposées à l'air libre après complète dessiccation; 2° qu'il est rapidement détruit par un temps chaud et sec; lentement, au contraire, dans les temps froids et humides.

» Ce même virus, desséché brusquement par un séjour d'une à vingt-

quatre heures dans une étuve dont la température oscille entre 31° C. et 40° C., conserve plus longtemps sa virulence que lorsqu'il est desséché lentement dans les conditions ci-dessus. C'est ainsi que, dans une de nos séries d'expériences, du jetage morveux, desséché rapidement par un séjour de deux heures dans une étuve à 31° C., a donné la morve après six jours, tandis qu'une partie de ce même jetage, placée à l'air libre extérieur, s'est montrée inactive au bout de trois jours. Donc la dessiccation complète respecte la virulence des humeurs morveuses quand elle est produite rapidement par une chaleur sèche, comme celle d'une étuve.

» La conséquence qui nous paraît découler de la différence qui existe entre les effets de la dessiccation brusque et ceux de la dessiccation lente, c'est que le facteur important, dans ce mode de destruction du virus morveux, n'est pas la suppression de l'eau, mais bien l'action de l'oxygène de l'air.

» Des fragments de poumons morveux, du volume des deux poings, perdent rapidement leur virulence à la périphérie, c'est-à-dire dans les parties entièrement desséchées; mais ils peuvent la conserver longtemps dans les parties centrales à l'abri de la dessiccation. C'est ainsi que nous avons vu le poumon morveux transmettre la morve après quinze, dix-huit et même vingt-six jours d'exposition à l'air libre extérieur. Comme on le voit, la bactérie morveuse résiste longtemps à la putréfaction.

» 2° *Conservation de la virulence dans une atmosphère saturée d'humidité.* — Les humeurs morveuses, placées dans un milieu saturé d'humidité (chambre humide) à la température ambiante (celle de notre laboratoire), conservent longtemps leur activité. Inoculées après quinze, vingt, vingt-cinq et trente jours, elles ont fait développer la morve et sont restées inactives après ce temps.

» 3° *Conservation de la virulence dans les humeurs étendues d'eau.* — Le jetage morveux déposé dans les abreuvoirs peut conserver son activité jusqu'à dix-huit jours. Ainsi, nous avons réussi à tuer par la morve, en vingt jours, un cobaye inoculé avec du pus morveux mélangé depuis quinze jours à l'eau, dans la proportion de 1 partie de pus pour 150 parties d'eau.

» Mélangé avec une petite quantité de ce liquide, le virus morveux détermine la morve après dix-sept jours de conservation; mais nous avons échoué au bout de vingt-deux jours.

» 4° *Action de la chaleur.* — La simple projection de l'eau bouillante sur le jetage morveux ne détruit pas sa virulence. Celle-ci est détruite quand on la plonge pendant deux minutes dans l'eau en ébullition. Toute-

fois, il n'est pas nécessaire, pour détruire le virus morveux, de le soumettre à l'action d'une température aussi élevée. Ainsi, nous n'avons jamais pu transmettre la morve lorsque nous avons maintenu la matière virulente à une température de + 80°C. pendant cinq minutes; nous avons obtenu un résultat positif et deux négatifs après l'action d'une température de 70° à 73° pendant cinq minutes. »

GÉOLOGIE. — *Sur la disposition des brèches calcaires des Alpujarras, et leur ressemblance avec les brèches houillères du nord de la France.* Note de MM. **Ch. Barrois** et **A. Offret**, présentée par M. Fouqué.

« Des brèches et des travertins calcaires forment un revêtement superficiel très étendu dans les Alpujarras, la Contraviesa et les autres chaînes de montagnes calcaires que domine le massif de la sierra Nevada en Andalousie.

» Ces brèches ont été déjà décrites par MM. de Botella, Gonzalo y Tarin et leur âge fixé par MM. A.-C. Ramsay et J. Geikie; elles sont essentiellement formées de fragments anguleux, émoussés, du calcaire ancien, cimentés par une pâte argilo-calcareuse, rougeâtre, ferrugineuse, très dure. On est généralement d'accord pour leur attribuer une origine subaérienne : la pluie et les eaux de ruissellement agissant depuis le commencement de l'époque quaternaire paraissent des agents suffisants pour leur production.

Nos courses en Andalousie nous ont montré que la répartition des brèches dans leur ensemble est indépendante de l'orientation, de l'exposition et de l'altitude de ces montagnes. Elles sont concentrées dans deux gisements principaux.

» 1° *A la limite des masses calcaires et des masses schisteuses.* — Quand on a suivi pendant un certain temps des couches schisteuses dans les Alpujarras, et qu'on arrive sur des brèches superficielles, on voit peu après affleurer les calcaires triasiques; quand on a suivi, par contre, les crêtes calcaires, et qu'on aperçoit les brèches, on passe peu après sur les schistes. Le fait est tellement général, que le développement de ces brèches forme un obstacle très sérieux à l'examen du contact des schistes et des calcaires, dont les relations exactes sont par là difficiles à préciser.

» Le contact des schistes et des calcaires est justement le plan suivant lequel les eaux atmosphériques chargées de carbonate de chaux par leur fil-

tration dans les calcaires viennent sortir lentement à l'air libre; l'acide carbonique en excès s'évapore et le calcaire se dépose en donnant naissance à un tuf. Ces tufs cimentent les cailloux calcaires qui couvrent ces pentes, et passent graduellement à des travertins compacts, par cristallisation du carbonate de chaux chargé d'oxyde de fer, dans les pores de la roche.

» 2° *A l'embouchure des ramblas qui sortent des gorges calcaires* (Nerja, Adra, etc.). — Les vastes étendues occupées par les brèches autour de Nerja, Berja, Adra, etc., se trouvent au débouché de gorges profondes, où viennent se jeter toutes les sources issues des masses calcaires des sierras de Gador et des Alpujarras.

» En résumé, on trouve la brèche développée dans tous les points où a pu se former le ciment calcareux. Ce ciment argilo-calcaro-ferrugineux est le seul caractère constant de la brèche, car ses cailloux varient beaucoup de grosseur et de nature; ils sont plus ou moins anguleux, le calcaire ou la dolomie dominent alternativement, parfois ils contiennent des éclats de schiste ou de quartz. On reconnaît bien vite qu'il n'y a pas eu transport des cailloux : tous les cailloux des brèches sont des fragments éboulés des hauteurs voisines; les blocs tombés sur les pentes de ces montagnes depuis l'époque quaternaire ont été pour la plupart entraînés ou décomposés par les agents atmosphériques; ceux-là seuls sont restés qui se sont trouvés sur le chemin des eaux calcaires, qui les ont cimentés en brèche (1).

» Cette formation de brèches fut assez répandue dans le bassin méditerranéen, à l'époque quaternaire; Haussmann signalait en 1841 l'identité des brèches des Alpujarras avec celles de Gibraltar, Cette, Antibes et Nice. Par contre, les formations quaternaires du nord de l'Europe ne présentent aucune roche comparable à ces brèches de la région méditerranéenne : la raison en est sans doute l'évaporation moins rapide de l'acide carbonique des eaux, car les calcaires sont aussi répandus à ces latitudes.

» Il y a toutefois, dans la série stratigraphique du nord de la France, des roches qui ressemblent tant aux brèches des Alpujarras, qu'il paraît difficile de ne pas conclure à leur identité d'origine, à un même mode de formation. Ces roches sont rapportées, dans le nord, au terrain triasique

---

(1) Certaines sources calcaires (Lanjaron, Itrabo, Nerja) ont donné naissance à des travertins et à des masses concrétionnées d'aragonite. D'autres vallées (Motril, Torrox) sont remplies de poudingues diluviens à galets roulés, différents des brèches précitées et cimentés cependant comme eux, par une pâte rougeâtre calcareuse très dure.

(brèches d'Audincthun, de Roucourt près de Douai) et au terrain carbonifère (brèche de Dourlers).

» Les brèches triasiques du nord de la France, décrites par M. Gosselet comme des formations continentales, constituent sur la crête paléozoïque du Condros un manteau analogue à celui des brèches dans les Alpujarras : les cailloux sont le plus souvent anguleux, ou parfois un peu roulés, le ciment est ferrugineux rouge, argilo-calcareux ; cette brèche est limitée dans le Pas-de-Calais au voisinage de la grande faille (crête du Condros), qui était ainsi une ligne de sources calcareuses au début de l'époque secondaire.

» La brèche de Dourlers est un des termes supérieurs du calcaire carbonifère du massif ardennais ; on sait que les travaux de M. Dupont sont arrivés à distinguer dans la masse du calcaire carbonifère des Ardennes ; une série de calcaires coralliens, construits, détritiques, d'origines diverses, à cette série on peut ajouter un terme, celui de calcaires bréchoïdes, de formation sub-aérienne. L'identité de la brèche de Dourlers avec celle des Alpujarras est absolue : mêmes morceaux anguleux de calcaire, même pâte rouge calcareuse, il n'y a en plus dans la roche de Dourlers que des filonnets secondaires de calcite blanche. Il paraît donc nécessaire de considérer ces brèches de Dourlers comme une formation sub-aérienne, continentale, de l'époque houillère, produite à l'air libre dans le bassin stérile de Dinant, pendant que croissait la végétation houillère dans le bassin marécageux voisin de Namur.

» L'absence ordinaire de tout transport dans ces formations de brèches sub-aériennes peut permettre aux mineurs du Nord, qui rencontrent les brèches triasiques dans leurs sondages, de présumer la nature des roches primaires voisines. Ces brèches doivent jalonner ici, comme dans les Alpujarras, les limites du parcours souterrain des calcaires et des schistes ou grès paléozoïques. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur un mode de dosage volumétrique des sulfates.* Note de M. **H. Quantin**. (Extrait.)

« .... Le procédé repose sur les faits suivants : Lorsqu'on ajoute un sulfate alcalin à une solution chlorhydrique de chromate de baryte, il se produit une quantité de chromate alcalin équivalente au sulfate précipité ;

si l'on ajoute ensuite de l'ammoniaque, le reste du chromate de baryte se précipite à son tour, et la solution renferme finalement une quantité d'acide chromique équivalente à l'acide sulfurique précipité. Cette quantité est aussi proportionnelle au poids de protoxyde de fer qu'elle peut peroxyder. Il en résulte que, si à des volumes égaux d'une solution chlorhydrique de chromate de baryte on ajoute : 1° un poids connu de sulfate de potasse pur et sec; 2° la solution du corps dont on veut connaître la teneur en acide sulfurique, et qu'après avoir amené les deux dissolutions au même volume (1) on en prélève des fractions égales, celles-ci pourront servir à peroxyder des poids de protoxyde de fer proportionnels aux quantités d'acide sulfurique mises en jeu, et le nombre de centimètres cubes d'une même solution ferreuse nécessaires dans les deux cas pour ramener l'acide chromique à l'état de sesquioxyde de chrome sera lui-même proportionnel aux poids d'acide sulfurique....

» L'auteur ajoute quelques détails sur la préparation des liqueurs qu'il emploie, et sur le mode opératoire. »

M. DE MONTRICHARD adresse, de Montmédy, une Note relative à un « baromètre absolu, à multiplicateur liquide ».

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 26 JUILLET 1886.

Mémorial du Dépôt général de la Guerre, imprimé par ordre du Ministre. T. XII, publié par M. le colonel PERRIER. *Nouvelle méridienne de France;* 1re Partie. Paris, Impr. nationale, 1885; in-4°.

---

(1) Le volume absolu du liquide n'a pas besoin d'être connu; la présence d'une partie insoluble ne change rien, pourvu que le volume qu'elle occupe soit le même dans les deux cas, ce qui a lieu à très peu près dans la pratique.

MEUNIER. *Machine aérostatique*. Album photographique relié. (Présenté par M. le colonel Perrier.)

Traité des fonctions elliptiques et de leurs applications; par G.-H. HALPHEN; 1re Partie : *Théorie des fonctions elliptiques et de leurs développements en séries*. Paris, Gauthier-Villars, 1886; in-8°.

Paléontologie française, ou Description de la France; 1re série : *Animaux invertébrés;* livr. 5 : *Terrains tertiaires; Éocène, Échinides*, t. I; livr. 32 : *Zoophytes*, t. VIII; 2e série : *Végétaux;* livr. 36 : *Éphédrées, Spirangiées*. Paris, G. Masson, 1886; 3 livr. in-8°. (Présentées par M. Hébert.)

E. WEYL. *Les grandes manœuvres de l'escadre française*. Paris, Ollendorff, 1886; in-12. (Présenté par M. l'amiral Jurien de la Gravière.)

Annuaire géologique universel, publié par le Dr DAGINCOURT, t. II. Paris, Comptoir géologique de Paris, rue de Tournon, 1886; in-12 relié.

Pompe pour refoulement à grande hauteur; par M. M.-L. DUMONTANT. Paris, impr. Chaix, 1886; br. in-8°.

Force psychique et suggestion mentale; par le Dr C. PERRONET. Paris, J. Lechevalier, 1886; br. in-8°.

Manuel de Paléontologie; par R. HOERNES, traduit de l'allemand par L. DOLLO; fascicule V et dernier. Paris, F. Savy, 1886; in-8°.

Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris par M. J. MEUNIER. 1re Thèse : *Recherches sur les hexachlorures et l'hexabromure de benzine;* 2e Thèse : *Propositions données par la Faculté*. Paris, Gauthier-Villars, 1886; in-4°. (Présentées par M. Troost.)

Krakatau; par R.-D.-M. VERBEEK; seconde Partie. Publié par ordre de S. E. le Gouverneur général des Indes néerlandaises. Batavia, impr. de l'État, 1886; in-8°.

Krakatau; par R.-D.-M. VERBEEK. Album et Cartes, publiés par l'Institut national de Géographie de Bruxelles.

Topaze de Durango au Mexique; par M. DE KOKSCHAROW; br. in-8°, en langue russe. (Présentée par M. Daubrée.)

Teorica e pratica del regolo calcolatore; per QUINTINO SELLA. Torino-Roma-Milano-Firenze, Paravia, 1886; in-18.

U. S. Department of Agriculture. Fourth Report of the United States entomological Commission, being a revised edition of Bulletin n° 3, and the final Report on the cotton worm, together with a chapter on the boll worm; by Ch.-V. RILEY. Washington, Government printing office, 1885; in-8° relié.

Circulars of information of the Bureau of Education; n° 15, 1885. Washington, Government printing office, 1886; in-8°.

Sitzungsberichte der königlich preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin; I-XXII, 7 Januar-15 April 1886. Berlin, 1886; 13 livr. gr. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 2 AOUT 1886.

Traité des manœuvres d'ambulance; par A. ROBERT. Paris, O. Doin, 1887; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey, pour le concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Considérations générales et pratiques sur l'étude microscopique des champignons; par M. BOUDIER. Autun, impr. Dejussieu, 1886; in-8°. (Trois exemplaires.)

Résumé météorologique de l'année 1885 *pour Genève et le Grand Saint-Bernard; par* A. KAMMERMANN. Genève, Schuchardt, 1886; in-8°.

Esquisse d'une théorie générale des lampes à arc voltaïque; par G. GUÉROULT. Paris, Gauthier-Villars, 1886; in-12.

Bulletin et Mémoire de la Société française d'otologie et de laryngologie; t. III, fasc. II. Paris, Delahaye et Lecrosnier, 1886; in-8°.

Acta mathematica. Journal rédigé par G. MITTAG-LEFFLER; t. VIII, fasc 2 et 3. Stockholm, Paris, Berlin, 1886; 2 br. in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Aus dem Jahre 1885. Berlin, 1886; in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 9 AOUT 1886.

Le potentiel thermodynamique et ses applications à la Mécanique chimique et à l'étude des phénomènes électriques; par M. DUHEM. Paris, A. Hermann, 1886; in-8°.

Exposé d'un nouveau système d'aérostats dirigeables à propulsion atmosphérique; par M. J.-A. FONTAINE. Paris, J. Michelet; in-8°.

Mémoires de la Société géologique de France; 3e série, t. IV : *Les Foraminifères et les Ostracodes du fuller's-earth des environs de Varsovie; par* M. M.-O. TERQUEM. Paris, au local de la Société, 1886; in-4°.

Annales de la Société d'Agriculture, Histoire naturelle et Arts utiles de Lyon; Ve série, t. VI, VII et VIII. Paris, Lyon, 1883-84, 1884-85, 1885-86; 3 vol. in-8°.

Annales de la Société linnéenne de Lyon, année 1883-1884, nouvelle série, t. XXX et XXXI. Lyon, Georg; Paris, Baillière, 1884; 2 vol. in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon, classe des Lettres, vol. XXIII. Paris, Baillière; Lyon, Ch. Palud, 1885-86; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle d'Amiens, t. XXIV. Amiens, T. Jeunet, 1886; in-8°.

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche. Roma, 1885; in-8°.

Trabajos del laboratorio nacional de Quimica en Cochabamba; por el Doctor F. Sacc. La Paz, 1885; in-8°.

Annaes da Academia de Medicina do Rio de Janeiro, 6ª serie, tomo I (1885-1886). Rio de Janeiro; in-8°.

Select extra-tropical plants; by baron Ferd. von Mueller. Melbourne, John Ferres; in-8°.

The Journal of the Franklin Institute. Philadelphia, 1886; in-8°.

Proceedings of the royal geographical Society and Monthly record of Geography. Londres, 1886; in-8°.

Proceedings and addresses at the sanitary Convention held at Howell Michigan, march 3 and 4, 1886; in-8°.

Observations and Researches made at the Hongkong observatory in the year 1885; *by* W. Doberck. Hongkong, 1886; in-8°.

Die internationale Polarfarrschung, 1882-1883; *die österreichische Polarstation Jan-Mayen beobachtungs ergebnisse*, herausgegeben von der Kaiserlichen Akademie der Wissenchaften; in-8°.

Experimentelle Untersuchungen über die Regeneration des Lehergewhes; von Dr W. Podwyssozki (jun.). Iena, Custar Fischer, 1886; in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 AOUT 1886.

PRÉSIDENCE DE M. FIZEAU.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire, dans la personne de M. *Laguerre*, Membre de la Section de Géométrie, décédé le 13 août, à Bar-le-Duc.

Les obsèques ont eu lieu, aujourd'hui même, à Bar-le-Duc. Notre Confrère, M. Halphen, a accepté la mission de représenter l'Académie.

M. le **Président** propose à l'Académie de lever la séance en signe de deuil, immédiatement après le dépouillement de la Correspondance.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Remarques au sujet du récent cataclysme survenu à la Nouvelle-Zélande;* par M. **Émile Blanchard**.

« Après avoir tiré des Sciences naturelles de grandes applications de la Géographie physique et de l'Histoire du globe, après avoir dénoncé la

sûreté des moyens d'information pour la reconnaissance des changements survenus à travers les âges dans la configuration des terres et des mers, il importe, dans une voie scientifique aussi neuve, de ne négliger aucun fait dont la manifestation est propre à fixer tous les esprits sur la valeur des résultats obtenus à l'aide d'une méthode encore à ses débuts.

» Au commencement de l'année 1882, je présentais à l'Académie un Mémoire ayant pour titre : *Les preuves de l'effondrement d'un continent austral pendant l'âge moderne de la Terre;* je m'efforçais de démontrer que les îles dont l'ensemble forme la Nouvelle-Zélande et les petites îles plus ou moins adjacentes étaient les débris d'un continent ou au moins d'une grande terre qui avait existé à une époque peu ancienne. D'autre part, dans un Ouvrage spécial (1), je m'attachais, après l'examen d'une série d'observations de détails, à faire ressortir la possibilité de nouveaux changements dans l'étendue des terres actuelles. Aujourd'hui, on annonce que la Nouvelle-Zélande vient d'être le théâtre d'une effroyable catastrophe, qu'aurait empêché de pressentir le repos de la contrée pendant les siècles antérieurs. Le *Tarawera* et d'autres volcans, qu'on croyait à jamais éteints, se sont réveillés; des laves ont couvert de vastes espaces; un pays qui causa des enchantements aux premiers explorateurs de la Nouvelle-Zélande s'est englouti. Plus tard seulement nous connaîtrons l'importance exacte du trouble amené dans la configuration du sol. Dès à présent, l'événement qui vient de se produire, terrible pour nombre de familles humaines, apparaît comme un exemple des actions encore plus violentes qui se sont accomplies à des époques plus ou moins reculées. Dans le cas particulier, il atteste que les déductions qu'on tire d'une science récemment éclose emportent bien le caractère de la certitude. Il est essentiel de le constater. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation différentielle d'une courbe d'ordre quelconque;* par M. SYLVESTER.

« On peut obtenir une solution directe et universelle de ce problème : *Trouver l'équation différentielle d'une courbe de l'ordre n,* en représentant la fonction de l'équation (avec l'unité pour terme constant), soit U ou $(x, y, 1)^n$, sous la forme symbolique u^n, où $u = a + bx + y$. Alors, en

(1) *Revue des Deux-Mondes;* 1878 à 1884.

mettant $\left(\frac{d}{dx}\right)^n y = y_r$, on aura

$$\frac{du}{dx} = b + y_1, \qquad \frac{d^{i+1}u}{dx^{i+1}} = y_{i+1} \quad (^1).$$

» Égalons à zéro les dérivées de u^n des degrés $n+1$, $n+2$, ..., $\frac{(n+1)(n+2)}{2}$; il en résultera $\frac{n^2+n}{2}$ équations entre lesquelles on peut éliminer le même nombre de coefficients, c'est-à-dire tous les coefficients en U, sauf ceux qui ne contiennent nulle puissance de y, lesquels ne paraîtraient pas dans les équations dont nous parlons.

» Pour obtenir le déterminant qui correspond à ce système d'équations, remarquons que le théorème de Taylor donne immédiatement ([2])

$$\frac{1}{\Pi r}\partial_x^r u^n = \text{co}_r\left(u + u'h + u''\frac{h^2}{1.2} + u'''\frac{h^3}{1.2.3} + \ldots\right)^n$$
$$= \text{co}_r\left(\overline{u+u'h}^{\,n} + n.\overline{u+u'h}^{\,n-1}\,\text{V} + n.\frac{n-1}{2}\overline{u+u'h}^{\,n-2}\,\text{V}^2 + \ldots\right),$$

où l'on peut prendre

$$\text{V} = y_2\frac{h^2}{1.2} + y_3\frac{h^3}{1.2.3} + y_4\frac{h^4}{1.2.3.4} + \ldots,$$

ce qui suffit à résoudre le problème.

» Pour cela, on considère toutes les dérivées de U comme fonctions linéaires des termes qui paraissent dans le développement de $(u, u', 1)^{n-1}$ ([3]).

» Alors, en représentant par m, μ le coefficient de h^m dans

$$\left(\frac{y_2}{1.2}h^2 + \frac{y^3}{1.2.3}h^3 + \ldots\right)^\mu,$$

on trouvera, sans calcul algébrique aucun, que la $q^{\text{ième}}$ ligne du déterminant cherché peut être prise sous la forme

$$(1+q).1 \quad (2+q).1 \quad (2+q).2 \quad (3+q).1 \quad (3+q).2 \quad (3+q).3 \quad \ldots \quad (n+q).1 \quad (n+q).2 \quad \ldots \quad (n+q).n.$$

---

(1) On remarquera qu'avec cette notation toute fonction entière de u et $\partial_x u$ représentera sans ambiguïté une quantité algébrique ordinaire, pourvu que l'on sache *a priori* qu'elle doit être linéaire dans les coefficients de u^n. C'est pourquoi dans le texte on est libre d'exprimer toute dérivée différentielle de U comme fonction de u et u'.

(2) Par co_r on sous-entend les mots « le coefficient de h^r dans »

(3) Ou plutôt les termes avec leurs coefficients numériques de $(u, u', 1)^n$, en omettant les $(n+1)$ termes du degré n.

» Par exemple, prenons le cas de $n = 4$; le déterminant

2.1	3.1	3.2	4.1	4.2	4.3	5.1	5.2	5.3	5.4
3.1	4.1	4.2	5.1	5.2	5.3	6.1	6.2	6.3	6.4
4.1	5.1	5.2	6.1	6.2	6.3	7.1	7.2	7.3	7.4
5.1	6.1	6.2	7.1	7.2	7.3	8.1	8.2	8.3	8.4
6.1	7.1	7.2	8.1	8.2	8.3	9.1	9.2	9.3	9.4
7.1	8.1	8.2	9.1	9.2	9.3	10.1	10.2	10.3	10.4
8.1	9.1	9.2	10.1	10.2	10.3	11.1	11.2	11.3	11.4
9.1	10.1	10.2	11.1	11.2	11.3	12.1	12.2	12.3	12.4
10.1	11.1	11.2	12.1	12.2	12.3	13.1	13.2	13.3	13.4
11.1	12.1	12.2	13.1	13.2	13.3	14.1	14.2	14.3	14.4

sera le premier membre de l'équation différentielle (disons le critérium différentiel) d'une courbe du quatrième degré.

» Si l'on se borne aux termes contenus dans les six premières lignes et colonnes, on aura le critérium pour la cubique, et, en se bornant aux termes contenus dans les trois premières lignes et colonnes, celui pour la conique, ou plutôt ce critérium multiplié par 2.1, ce qui constitue un cas exceptionnel.

» 2.1 lui-même, c'est-à-dire $\frac{\partial_x^2 y}{2}$, est naturellement le critérium pour la ligne droite. On remarquera que 3.2, 4.3, 5.3, 5.4, 6.4, 7.4 sont des combinaisons pour ainsi dire fictives, qui ont pour valeur zéro [1]. De même, en général, il y aura toujours des termes nuls dans les $(n-1)$ premières lignes du critérium de la courbe de degré n ; au-dessous de la $(n-1)^{\text{ième}}$ ligne, toutes les places seront remplies par des combinaisons qui correspondent à des non-zéros.

» Quand $n = 3$, en substituant pour $\frac{y''}{1.2}$, $\frac{y'''}{1.2.3}$, $\frac{y^{\text{IV}}}{1.2.3.4}$, $\ldots$ les lettres a, b, c, ..., on retombe sur la formule trouvée pour la cubique par M. Samuel Roberts (voir *Mathematical Questions from the Educational Times*, t. X, p. 47) [2], c'est-à-dire la même matrice que celle donnée par M. Roberts, mais avec ses colonnes autrement présentées.

» On voit immédiatement que le degré du critérium pour une courbe du $n^{\text{ième}}$ ordre sera $\frac{n(n+1)(n+2)}{6}$ et, par un calcul facile, que son poids

---

(1) Évidemment $m.\mu$ est zéro quand $m < 2\mu$.

(2) Ce travail a été cité et reproduit dans le *Philosophical Magazine* de février 1886, par M. Muir, qui y construit pour ainsi dire le tableau du calcul dont M. Roberts avait déjà fait le procès-verbal.

sera $\frac{(n-1)n(n+1)(n+2)}{8} + \frac{n(n+1)(n+2)}{3}$ [1]. Ce dernier nombre suppose que le poids de $d^i_x y$ est compté comme i. Dans le calcul des réciprocants, on le compte toujours comme étant $i-2$ et, en faisant cette réduction, le poids devient tout simplement $\frac{(n-1)n(n+1)(n+2)}{8}$.

» M. Halphen nous a appris que les formules qu'il a données dans son Mémoire intitulé : *Recherches des points d'une courbe algébrique plane*, etc. (*Journal de Mathématiques*, 3e série, t. II, p. 373, 374 et 400; 1876) fournissent un moyen pour calculer le degré et le poids du critérium $n^{\text{ième}}$ et conduisent aux mêmes résultats que ceux donnés ci-dessus. Dans le cas de la conique, le déterminant, comme nous l'avons dit, se divise par y'', de sorte que son poids-degré s'abaisse et, au lieu d'être 3.4, devient 3.3; en effet, c'est la forme bien connue $a^2d - 3abc + 2b^3$, trouvée par Monge. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MM. F. Lhoste et J. Mangot communiquent à l'Académie, par l'entremise de M. Faye, une Carte représentant les directions des étoiles filantes qu'ils ont pu observer, pendant l'ascension aérostatique dans laquelle ils ont effectué la traversée de la Manche, dans la nuit du 29 au 30 août 1886.

(Renvoi à l'examen de M. Lœwy.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet à l'Académie le deuxième volume de l'Ouvrage du Dr Couvents : *Die Flora des Bernstein*.

---

[1] Car le degré sera la somme de n termes de la série $1+3+6+\ldots$, c'est-à-dire $\frac{n(n+1)(n+2)}{6}$, et le poids, moins deux fois le degré, la somme de n termes de la série $0+(2+1)+(5+4+3)+(9+8+7+6)+\ldots$ ou bien de $\frac{n^2+n-2}{2}$ termes de la progression naturelle $1+2+3+4+5+\ldots$, c'est-à-dire $\frac{n^2+n-2}{2}\,\frac{n^2+n}{4}$.

MÉCANIQUE. — *Sur l'emploi de la lumière intermittente pour la mesure des mouvements rapides.* Note de M. Gustave Hermite. (Extrait.)

« Les compteurs de tours et les indicateurs de vitesse actuels absorbent toujours une partie de la force de la machine à laquelle ils sont appliqués. Cet inconvénient, de peu d'importance pour les moteurs d'une grande puissance, est fort grave pour des appareils tournant sous l'action d'une faible force; il constitue même une impossibilité, lorsqu'il s'agit de mesurer la vitesse de rotation d'un radiomètre, par exemple, ou le nombre de vibrations de l'aile d'un insecte. J'ai cherché une disposition qui pût permettre de mesurer à distance, non seulement le nombre de tours d'une machine quelconque, mais la vitesse d'un mouvement rapide quelconque, sans exercer d'action mécanique sur l'appareil que l'on examine.

» Si l'on illumine un tube de Geissler à l'aide d'une bobine de Ruhmkorff, il se produit, à chacune des ruptures du courant inducteur, 30 à 40 fois par seconde, une illumination dont la durée est extrêmement courte. J'ai pensé qu'il serait possible d'appliquer ces intermittences à la mesure des vitesses d'objets quelconques en mouvement rapide, en les *arrêtant optiquement* en différents points de leur course.

» Pour que l'appareil soit propre à des mesures de précision, il faut qu'il remplisse deux conditions : 1° que le nombre de vibrations de l'interrupteur ne change pas dans le cours d'une expérience; 2° que l'on connaisse exactement ce nombre de vibrations.

» Pour réaliser la première condition, il suffit d'employer un courant inducteur peu intense, car l'étincelle de l'extra-courant de rupture, si elle était forte, amènerait la fusion du platine au contact de la vis micrométrique et, par suite, serait une cause de perturbation des vibrations du marteau. Il faut faire varier aussi peu que possible l'intensité du courant pendant le cours d'une expérience, car un courant trop fort produit une augmentation notable dans le nombre des vibrations, et une diminution du courant produit l'effet inverse.

» Il s'agit maintenant de déterminer le nombre de vibrations que fait le marteau dans l'espace d'une seconde. Pour y parvenir, on peut employer diverses méthodes. Je me contenterai d'en exposer une :

» Faisons tourner un disque de carton, à l'aide d'un mouvement d'horlogerie, avec une vitesse connue et constante, 1 tour par seconde par

exemple, et éclairons ce disque avec le tube de Geissler. Si le nombre des vibrations est de 30 par seconde, par exemple, il est clair que nous verrons le disque 30 fois pendant qu'il fait un tour. Grâce à l'instantanéité de l'éclat lumineux, le disque paraît occuper successivement 30 positions parfaitement fixes autour de son axe de rotation, et, s'il se trouve un point visible, une tache quelconque sur le disque, nous verrons 30 taches sur sa circonférence. La durée des impressions lumineuses sur la rétine étant assez considérable, si nous imprimons au disque de carton une vitesse de rotation plus grande, soit 10 tours par seconde par exemple, la sensation de la succession des miages disparaîtra; le disque semblera immobile et nous verrons 3 taches autour de sa circonférence, occupant des positions fixes. Si le nombre des vibrations est égal à celui des tours du disque, celui-ci sera vu dans une immobilité complète. Si nous faisons tourner ainsi un imprimé, nous pourrons le lire comme s'il était immobile.

» En général, soient r le nombre de tours du disque, v celui des vibrations de l'interrupteur et l l'image résultante sur le disque, c'est-à-dire le nombre d'images que l'on aperçoit autour de sa circonférence; nous aurons la relation $l = \frac{v}{r}$. Ainsi, connaissant l et r, on en déduit v; le nombre v étant connu une fois pour toutes, on peut s'en servir pour mesurer une vitesse de rotation r quelconque. Quand le rapport du nombre de tours au nombre des vibrations est un nombre entier, on doit obtenir des *images résultantes entières*, c'est-à-dire parfaitement fixes et définies.

» Lorsque $\frac{v}{r}$ est un nombre fractionnaire, on peut en tirer une nouvelle méthode de détermination du nombre v, sans qu'il soit nécessaire de connaître le nombre r. C'est ce que je me propose de montrer dans une prochaine Communication. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés haloïdes mono-substitués de l'acétonitrile*. Note de M. **Louis Henry**, présentée par M. Ch. Friedel.

« Les études que je poursuis sur la *solidarité fonctionnelle* et la volatilité dans les composés du carbone m'ont amené à compléter la série des dérivés haloïdes mono-substitués de l'acétonitrile. On sait que le dérivé chloré $ClCH^2-CAz$ est seul connu jusqu'ici.

» *Acétonitrile mono-iodé :* ICH^2-CAz. — L'acétonitrile monochloré réagit aisément sur l'iodure de sodium dissous dans l'alcool. Il suffit de chauffer pendant quelque temps, au bain d'eau, dans un appareil à reflux, pour obtenir un abondant précipité de chlorure sodique; on chasse l'alcool par distillation; l'addition de l'eau à la masse restante en sépare le produit sous forme d'une huile lourde, de couleur brunâtre. Le rendement est presque quantitatif.

» L'acétonitrile mono-iodé constitue un liquide incolore, brunissant à la lumière, d'une odeur piquante et excitant à un haut degré le larmoiement; très corrosif, déterminant des brûlures cuisantes.

» Ce corps est insoluble dans l'eau, mais se dissout aisément dans l'alcool, l'éther, etc. Sa densité à 12° est égale à 2,3065. Il bout régulièrement, sous la pression ordinaire, à 186°-187°; le liquide passe légèrement coloré; à la fin, il y a décomposition, dégagement d'acide $HCAz$ et mise en liberté d'iode.

» L'acétonitrile mono-iodé paraît se décomposer lentement au contact de l'eau, car il exhale après quelque temps une vive odeur prussique.

» Il réagit aisément sur les sels d'argent; avec l'acétate de ce métal, il fournit l'acétoxy-acétonitrile $(CH^3-CO)-O-(CH^2-CAz)$ (1), que j'ai fait connaître récemment. J'espère en obtenir, par sa réaction sur le nitrite $Ag-AzO^2$, l'acide fulminique $(AzO^2)-H^2C-CAz$.

» *Acétonitrile monobromé :* $BrCH^2-CAz$. — Le brome expulse aisément l'iode de l'acétonitrile mono-iodé; la réaction est vive, rapide et accompagnée d'un dégagement de chaleur notable; aussi est-il bon d'opérer sous l'eau et de n'ajouter le brome que par portions successives : on en emploie une quantité double de la quantité théoriquement nécessaire.

» En éliminant le brome par le carbonate de potassium, l'iode par la potasse caustique en solution de moyenne concentration, on n'ajoute celle-ci que par petites portions, jusqu'à décoloration presque complète. On retire le produit de la masse liquide à l'aide de l'éther, que l'on débarrasse de l'iode en l'agitant avec du mercure.

» L'acétonitrile monobromé est analogue au composé précédent. C'est un liquide incolore, d'une odeur piquante, désagréable, également très corrosif, insoluble dans l'eau, mais aisément soluble dans l'alcool et l'éther. Sa densité à 12° est égale à 1,7710. Il bout sous la pression ordinaire

(1) *Comptes rendus,* t. CII, p. 768.

à 148°-150°, sans décomposition. Sa densité de vapeur a été trouvée égale à 4,06; la densité calculée est 4,14.

» Les faits que l'on connaît aujourd'hui, concernant les dérivés haloïdes de substitution des nitriles, permettent de conclure que le *voisinage de l'azote et des corps halogènes*, dans les composés carbonés, leur communique des propriétés spéciales.

» Ce voisinage exerce d'abord sur la molécule totale une action volatilisante. J'ai mis en lumière ce fait dans une Communication précédente ([1]). Il donne ensuite aux composés carbonés le pouvoir d'agir fortement sur la peau et sur les muqueuses humides; tous ces corps ont une odeur très piquante, excitent le larmoiement et attaquent avec plus ou moins d'énergie la peau, soit comme rubéfiants, soit comme caustiques.

» On peut même ajouter que cette *action irritante* est d'autant plus intense que le corps halogène renfermé dans le nitrile a un poids atomique plus élevé. L'acétonitrile monochloré ClH^2C-CAz est un rubéfiant énergique, mais ne produit pas d'ampoules, du moins à la suite d'un contact passager; l'acétonitrile mono-iodé ICH^2-CAz, au contraire, est un caustique puissant et détermine des brûlures très douloureuses. Sous ce rapport, c'est un composé très désagréable à manier. Il en est de même de la propriété d'exciter le larmoiement, qui va aussi en s'accentuant du dérivé chloré au dérivé iodé.

» Le voisinage de l'azote augmente enfin, dans les corps halogènes, l'aptitude à réagir sur les éléments positifs. Je me bornerai à rappeler la facilité avec laquelle le chlorure de cyanogène et l'acétonitrile monochloré réagissent sur divers composés hydrogénés et métalliques.

» Sous ce triple rapport, l'azote joue dans les composés carbonés, vis-à-vis des corps halogènes, le même rôle que l'oxygène.

» Quelle que soit la forme sous laquelle elle se traduise dans les composés où on la constate, l'influence de la présence simultanée de l'azote et d'un corps halogène est subordonnée à la condition que ces éléments se trouvent dans un étroit voisinage. Cette influence est en effet à son maximum alors que les éléments sont fixés, comme dans ClCAz, sur le même atome de carbone; elle est encore très puissante alors que, comme dans les dérivés de l'acétonitrile XCH^2-CAz, ils sont fixés sur des atomes de carbone distincts, mais directement unis l'un à l'autre; enfin elle cesse to-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. C, p. 1502.

talement ou presque totalement par l'interposition, entre les chaînons actifs $-CAz$ et $XC\leftarrow$, d'un chaînon $-CH^2$ simplement hydrocarboné. J'ai constaté en effet que les dérivés haloïdes primaires XCH^2-CH^2-CAz du nitrile propionique, ceux du nitrile butyrique normal $XCH^2-(CH^2)^2-CAz$, sont simplement des éthers haloïdes et des nitriles ordinaires, dépourvus de tout caractère caustique. J'avais déjà fait voir qu'il en est ainsi quant à la volatilité ([1]).

» Je compte faire, dans une prochaine Communication, l'étude comparée des dérivés haloïdes monosubstitués de l'acétonitrile et de l'acétate de méthyle. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la composition des eaux de Bagnères-de-Luchon (Haute-Garonne).* Note de M. **Ed. Willm** ([2]), transmise par M. Friedel.

« Le regretté M. Filhol, auquel on doit une étude approfondie des eaux de Luchon, les envisage comme minéralisées principalement par du monosulfure de sodium et des *silicates* alcalins et alcalino-terreux; il néglige la présence de l'acide carbonique, pensant que ce principe n'y existe qu'en proportion très faible et sous forme de gaz simplement dissous dans l'eau. Par la même raison, il attribue la destruction du sulfure principalement à la présence de la silice libre. J'avais d'abord partagé cette manière de voir; mais un examen plus attentif m'a conduit à une opinion toute différente. L'acide carbonique est loin d'être un élément négligeable des eaux de Luchon (et d'autres eaux similaires), et sa proportion est (sauf dans deux cas sur treize) plus que suffisante pour donner une quantité de bicarbonates correspondant à l'alcalinité de l'eau, indépendante de celle qui est due au sulfure.

» L'acide carbonique total a été déterminé sur place, en précipitant l'eau par le chlorure de baryum ammoniacal et analysant plus tard le précipité au laboratoire. Une autre série d'expériences, exécutées sur l'eau transportée,

---

([1]) Voir la Note ci-dessus.

([2]) Ces recherches ont été faites à la Faculté des Sciences de Lille et font partie d'une revision générale des eaux minérales de la France, sous les auspices du Comité consultatif d'hygiène et de salubrité.

en la faisant bouillir avec de l'acide chlorhydrique et recevant le gaz dégagé dans du chlorure de baryum ammoniacal, etc., a conduit à des résultats très voisins des premiers.

» Le résidu de l'évaporation des eaux de Luchon fait effervescence avec l'acide chlorhydrique. J'avais été porté à penser d'abord que ce fait était dû à l'action de l'acide carbonique de l'air sur les sulfures et silicates; mais il n'en est rien, car la même effervescence a lieu lorsqu'on distille l'eau dans le vide. Dans cette distillation, *tout* le sulfure est décomposé, tant par l'ébullition seule que par l'action de l'acide carbonique des bicarbonates. En dosant ensuite l'acide carbonique du résidu, on a trouvé les $\frac{2}{3}$ ou les $\frac{4}{5}$ de l'acide carbonique total. La source Ferras ancienne fait seule exception, et l'acide carbonique du résidu est la moitié de l'acide carbonique total, ce qui tient à ce que cette eau est à peine sulfurée. Dans les autres cas, au contraire, il y a substitution partielle de l'acide carbonique des bicarbonates à l'hydrogène sulfuré des sulfures. Pour doser l'acide carbonique dans le résidu, on mettait le ballon contenant celui-ci en relation avec deux flacons renfermant du chlorure de baryum ammoniacal, et l'on y versait, par un entonnoir à robinet, de l'acide chlorhydrique, puis de l'eau *bouillie* encore chaude, et l'on pesait le carbonate de baryum produit. L'expérience a été faite sur huit sources.

» Il n'est pas douteux, d'après les résultats obtenus, que l'eau renferme des bicarbonates alcalins et alcalino-terreux. Sans discuter ici si le principe sulfuré est du sulfure Na^2S ou, ce qui me paraît plus probable, du sulfhydrate NaHS, je pense qu'on peut représenter la constitution des eaux de Luchon par le groupement suivant (p. 418), nous bornant à citer quatre sources.

» Le contrôle de l'analyse ne pouvant être fourni par le poids du résidu, à cause de l'altérabilité du sulfure, a été établi en convertissant le résidu en sulfates et en calculant ce que donneraient en sulfates (plus la silice, etc.) les métaux accusés par l'analyse.

» Il est d'autres points sur lesquels mes analyses diffèrent de celles de Filhol. J'ai trouvé dans toutes les eaux de Luchon (sauf une) une proportion de silice beaucoup plus considérable; j'en opérais le dosage dans des vases de *platine* et j'en vérifiais la pureté à l'aide du fluorhydrate d'ammoniaque et de l'acide sulfurique. La proportion du sodium, et par suite l'*alcalinité*, a aussi toujours été trouvée plus forte que dans les analyses de Filhol.

» Par contre, je n'ai pu constater que des traces très faibles d'alumine ($0^{mgr},2$ à $0^{mgr},3$) dans une partie seulement des sources de Luchon, tandis

que les analyses de Filhol en accusent jusqu'à $0^{gr},008$. J'ai fait de nombreuses expériences à cet égard.

» Pour connaître l'alcalinité, l'eau a été maintenue à une douce ébullition avec de l'acide sulfurique, titré jusqu'à destruction des sulfures et carbonates, puis l'excès d'acide a été titré par la potasse. L'alcalinité due au sulfure étant connue par la sulfhydrométrie, celle des carbonates est donnée par différence. »

COMPOSITION ÉLÉMENTAIRE DES EAUX DE LUCHON, PAR LITRE.

	Bayen.	Reine.	Bosquet.	Pré n° 1.
	gr	gr	gr	gr
Soufre des sulfures	0,0313	0,0223	0,0241	0,0309
Acide hyposulfureux (S^2O^2, O)	0,0026	0,0040	0,0013	0,0032
Acide sulfurique (SO^3, O)	0,0092	0,0353	0,0257	0,0117
Acide carbonique (CO^2, O) (¹)	0,0264	0,0240	0,0360	0,0237
Chlore	0,0553	0,0469	0,0474	0,0585
Silice	0,0933	0,0670	0,0796	0,0899
Oxyde ferrique	0,0021	0,0031	0,0009	0,0010
Alumine	»	»	0,0003	»
Sodium	0,0975	0,0810	0,0934	0,0986
Potassium	0,0041	0,0036	0,0049	0,0074
Calcium	0,0045	0,0107	0,0082	0,0043
Magnésium	0,0005	0,0015	0.0019	traces
Total des matières dosées	0,3268	0,2994	0,3237	0,3292
Acide carbonique total (CO^2)	0,0523	0,0462	0,0615	0,0600
Température	64°,5	57°,5	44°	62°

On a constaté, en outre, des traces d'iode, de lithium, de cuivre, d'ammoniaque, de manganèse, d'acide phosphorique, d'acide borique, ce dernier en quantité très notable. L'arsenic n'a pas été trouvé dans ces eaux.

(¹) Déduit de l'alcalinité.

GROUPEMENT HYPOTHÉTIQUE DES ÉLÉMENTS.

	Bayen.	Reine.	Bosquet.	Pré n° 1.
	gr	gr	gr	gr
Acide carbonique combiné	0,0379	0,0352	0,0528	0,0357
Acide carbonique libre	0,0144	0,0110	»	0,0243
Sulfure de sodium	0,0763	0,0544	0,0586	0,0753
Hyposulfite de sodium	0,0038	0,0057	0,0019	0,0045
Chlorure de sodium	0,0911	0,0772	0,0780	0,0964
Carbonate de sodium	0,0315	0,0074	0,0419	0,0315
Carbonate de calcium	0,0113	0,0267	0,0205	0,0108
Carbonate de magnésium	0,0017	0,0053	»	traces
Silicate de magnésium	»	»	0,0080	»
Silice libre ou en excès	0,0933	0,0670	0,0748	0,0899
Sulfate de sodium	0,0062	0,0456	0,0290	0,0037
Sulfate de potassium	0,0091	0,0079	0,0110	0,0167
Oxyde de fer	0,0021	0,0031	0,0009	0,0010
Alumine	»	»	0,0003	»
Total par litre	0,3264	0,3003	0,3249	0,3298
Résidu séché à 180°	0,3460	0,3164	0,3290	0,3582
Matière organique approchée	0,0196	0,0161	0,0041	0,0284
Résidu converti en sulfates	0,4194	0,3692	0,4194	0,4257
Id. d'après le calcul.	0,4196	0,3697	0,4170	0,4260
Alcalinité observée (¹)	0,1373	0,1093	0,1410	0,1333
Alcalinité calculée	0,1379	0,1070	0,1401	0,1342

(¹) Exprimée en SO^4H^2.

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Expérience de Priestley, répétée avec des animaux et des végétaux aquatiques.* Note de M. N. Gréhant.

« Une des plus belles expériences de Priestley consiste à placer sous une cloche fermée de petits mammifères, des souris par exemple, jusqu'à ce que l'air devienne irrespirable par suite de l'absorption de l'oxygène et

du dégagement de l'acide carbonique. Si l'on introduit dans le milieu vicié un pied de menthe couvert de feuilles et si l'on expose la cloche au soleil, au bout d'un certain temps, une souris introduite dans la cloche respire et vit parfaitement : l'acide carbonique a été décomposé par la chlorophylle sous l'influence de la lumière et a été remplacé par du gaz oxygène.

» J'ai réalisé une expérience analogue et facile à répéter. On prend deux éprouvettes à pied, d'une capacité de 1^{lit} environ, que l'on remplit d'eau ordinaire et qui reçoivent chacune un poisson; on choisit deux cyprins de même volume. Dans l'une des éprouvettes, on introduit, en même temps, de 15^{gr} à 20^{gr} de feuilles de *Potamogeton lucens* bien vertes; les récipients remplis d'eau sont fermés par des membranes de caoutchouc, et il est bon de les immerger horizontalement dans un aquarium traversé par un courant d'eau froide. Au bout d'un temps variable, qui dépend du volume des poissons et de la température, au bout de cinq heures dans mes expériences, l'un des poissons, celui qui est placé dans l'eau pure, perd l'équilibre, se dispose horizontalement ou tourne sur son axe : c'est un signe de l'asphyxie. Si l'on fait alors l'extraction des gaz de l'eau, à l'aide de la pompe à mercure, on trouve que les gaz ne renferment plus trace d'oxygène. L'autre poisson, au contraire, continue à nager au milieu des feuilles. Des bulles de gaz libre se sont dégagées dans l'éprouvette; on extrait les gaz de l'eau. Après avoir absorbé l'acide carbonique, qui est en quantité moindre que dans l'expérience précédente, on trouve, dans le mélange d'azote et d'oxygène, jusqu'à 30 pour 100 d'oxygène : ce poisson se trouve donc dans les meilleures conditions physiologiques. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Phénomènes atmosphériques observés à Palerme pendant l'éruption de l'Etna.* Note de M. **A. Ricco**, présentée par M. Faye.

« Ces phénomènes ont un intérêt particulier, pour la comparaison qu'on peut en faire avec ceux qui ont accompagné et suivi les éruptions de Krakatoa et de Ferdinandea, d'autant plus que celle-ci était distante de Palerme à peu près comme l'Etna, c'est-à-dire d'environ 150^{km}.

» Grâce à la pureté de l'air de ce pays, on voit presque toujours de l'observatoire le sommet de ce dernier volcan au-dessus de la chaîne des Madonie.

» Voici, en peu de mots, la série des phases de l'éruption récente :

» Le 18 mai 1886, abondante éjection de fumée par le cratère supérieur.

» Le 19, grande éruption excentrique au sud, presque à 2000^{m} au-dessous du sommet.

» Le 21, l'éruption est encore plus active : une dizaine de bouches lancent des cendres et des bombes à une grande hauteur, des torrents de lave et des masses énormes de fumée.

» Le 23, l'activité éruptive est diminuée, mais le soir elle se renforce de nouveau, et cette phase se continue jusqu'au 29.

» Les 30 et 31, oscillations de l'intensité, et ensuite diminution bien marquée.

» Le 1er juin, recommence l'éruption centrale de fumée et de cendres.

» Le 2, la lave s'arrête devant Nicolosi.

» Du 3 au 6, diminution et enfin cessation presque complète de l'éruption latérale, pendant que l'éruption centrale augmente et continue pendant plusieurs jours encore.

» A l'aube du 21 mai, la fumée de l'éruption excentrique se voit de l'observatoire de Palerme sur le fond rougeâtre de l'horizon oriental, en forme de grande masse de vapeurs noires à contours bien définis, s'élevant du flanc sud de l'Etna. A 11^{h} matin, la fumée est formée de globes blancs, un peu roses : avec le théodolite, j'en trouve la hauteur angulaire de $2^{\circ}28'$, ce qui donne une hauteur de 8^{km}.

» Le 24 mai, la fumée a la forme caractéristique d'un *pin,* ou d'un grand panache élargi au sommet : la hauteur en est bien plus grande qu'aux jours précédents; à 4^{h} du soir j'avais préparé le théodolite pour la mesurer, mais le bord supérieur était alors très diffus et invisible dans la lunette : en visant au dehors de celle-ci, j'ai obtenu la hauteur de $4^{\circ}15'$, ce qui correspond à une *altitude de* 14^{km}.

» Depuis le 22 mai, on voyait de Palerme les vapeurs de l'Etna répandues en une couche légère rosâtre à l'horizon oriental, avec la hauteur de 6°.

» Les 23, 24 et 25 mai, toujours brouillard à l'est.

» Le 26 et après, le brouillard se voit tout autour, à l'horizon.

» Le 3 juin, au lever du soleil, la brume est si dense que l'astre en est complètement masqué, et *les tours de la Matrice, distantes de* 200^{m}, *apparaissent très confuses,* et cela jusqu'à 7^{h} du matin : c'est ce que je n'avais jamais observé à Palerme.

» Depuis le 4 juin, le brouillard à l'horizon va diminuant, mais très lentement.

» Pendant les brouillards, même les plus épais, le ciel au-dessus de 30° était toujours bleu, ce qui prouve que la couche brumeuse avait peu de hauteur.

» Des brouillards (qui très probablement se rattachent aux précédents), depuis le 29 mai jusqu'au 3 juin, ont envahi toute l'Italie, progressivement du sud au nord.

» On a eu pluie de cendres, depuis le 24 jusqu'au 29 mai, sur la région de l'Etna, sur la Sicile méridionale d'une part et Reggio (Calabre) de l'autre. Les cendres de l'Etna sont aussi tombées à Palerme : en effet, en observant au microscope la poussière recueillie à l'Observatoire le 27 mai, M. G. Gemmellaro et moi nous avons trouvé *de petits cristaux laminaires, souvent irrégulièrement hexagonaux et géminés, appartenant au feldspath labradorite, qui est caractéristique des éjections de l'Etna.*

» Le soleil, se levant de l'horizon marin, derrière la couche de brouillards, présentait une forte coloration rouge-pourpre; du 23 mai jusqu'au 3 juin, il offrait aussi une *coloration rouge jaunâtre,* sensible jusqu'à la hauteur de 30° : à ce point, il avait une teinte gris *neutre;* la lumière solaire, dans ces jours, était si faible qu'on pouvait regarder l'astre à l'œil nu, même à plusieurs degrés de hauteur.

» L'observation spectroscopique du Soleil près de l'horizon n'a donné rien de nouveau.

» Pendant la troisième décade de mai et le mois de juin, nous avons eu des crépuscules rouges presque tous les jours, et la moyenne de leur intensité a été plus grande qu'aux trois mois précédents et en juillet; mais ces crépuscules ont été d'une intensité et d'une durée bien moindres qu'en 1883-1884; leur coloration n'était pas vraiment rose, mais virant au jaunâtre impur.

» Il me paraît probable que l'infériorité de ces crépuscules, par comparaison avec ceux qui suivirent les éruptions de Ferdinandea et de Krakatoa, dépend de ce que l'Etna a lancé une moindre quantité de vapeurs que les deux autres volcans, qui d'ailleurs sont des volcans marins, c'est-à-dire en relation plus intime avec les eaux de la mer. Cette moindre quantité de vapeurs est peut-être aussi la cause qui a fait manquer le soleil bleu ou vert, observé après les éruptions de Ferdinandea et de Krakatoa.

» La couleur rougeâtre du soleil s'expliquerait par la présence de cendres de l'Etna dans l'air, de la même manière que celle qui est produite par les poussières de l'*höherauch,* du *khamsin* et du *sirocco.*

» Cet état de l'atmosphère aurait aussi causé la coloration jaunâtre, et non tout à fait rose, des crépuscules.

» Les grands crépuscules roses et le soleil bleu ou vert ne sont donc pas produits par les cendres volcaniques, puisqu'ils ont manqué après cette éruption de l'Etna, et qu'ils ont, au contraire, été très remarquables après l'éruption de Ferdinandea, où il n'y eut point de pluie de cendres. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Nature et rôle des courants telluriques.* Note de M. **J.-J. Landerer**, présentée par M. Janssen.

« Le sujet sur lequel j'ai l'honneur d'appeler aujourd'hui l'attention de l'Académie est la suite de celui dont je l'ai entretenue dans sa séance du 17 octobre 1881 [1], l'étude des courants telluriques, que je poursuis depuis plusieurs années à Tortose.

---

[1] *Comptes rendus,* t. XCVIII, p. 588.

» Parmi les faits que j'avais signalés dans le travail précité, il en est deux qu'il est essentiel de rappeler : l'existence des courants produits par le vent et l'inversion du sens du courant tellurique, survenue de temps à autre et qui parfois persiste pendant des mois entiers.

» Visant à connaître la nature de ces deux genres de courants, j'ai mis une des extrémités de la ligne aérienne dont j'ai déjà parlé ([1]) en communication avec une paire de quadrants d'un électromètre de Mascart, l'autre paire étant au sol : la tache lumineuse reste au zéro. En substituant à l'électromètre un galvanomètre à grande résistance, et fermant le circuit, on n'observe non plus aucun effet. Par contre, l'aiguille d'un galvanomètre à résistance faible ou médiocre dévie d'autant plus que le courant tellurique est plus intense, ou que le vent est plus fort, ou qu'il balaye une plus grande étendue de terrain. En répétant ces expériences sur cinq autres lignes aériennes de longueur et de direction très diverses, et en opérant à l'abri de toute action inductrice extérieure, j'ai obtenu les mêmes résultats ([2]). Lorsque le courant tellurique et le vent vont tous deux dans le même sens, ou que l'angle qu'ils forment est au-dessous de l'angle droit, les déviations qui en proviennent sont de même signe; dans le cas contraire, elles sont de signe différent.

» On voit donc : 1° que le potentiel qui se rapporte au courant tellurique est extrêmement faible; 2° que l'effet du vent est d'électriser, non pas principalement le fil, mais bien la terre, où il développe un courant *de même sens que lui, se propageant à travers le sol où il occupe une très large section.*

» L'ensemble des faits dont je viens de faire l'exposé sommaire permet d'envisager la cause du magnétisme terrestre comme siégeant, non pas dans le courant tellurique local ou régional de nos contrées, mais ailleurs; car il est évident que les inversions de ce courant ne sauraient se concilier avec l'orientation à peu près permanente de l'aiguille aimantée.

» L'électrisation de la terre par le vent étant un fait désormais acquis, il n'y a qu'à chercher un régime de vents qui, par la portée et par la persistance de son action, soit en rapport avec l'allure générale des phénomènes qu'il s'agit d'expliquer. Or, parmi les régimes solidement et amplement établis à la surface du globe, il en est deux qui remplissent tout

---

([1]) *Loc. cit.*

([2]) La plus longue de ces lignes mesure 106^{km}; la résistance de la partie aérienne de ce circuit est de 954 ohms. Le sol intervient dans toutes ces lignes.

à fait les conditions requises, savoir : les alizés et les moussons; on pourrait encore ajouter les vents constants du Grand Océan.

» Pour ce qui concerne les alizés, il est aisé de voir que la résultante des courants telluriques provenant de leur action doit être dirigée de l'est à l'ouest. C'est elle qui, sur l'Atlantique et sur une grande partie des continents qui le bordent, régit l'orientation nord-sud de l'aiguille. Sur nos contrées (en France et en Espagne), c'est l'action de l'alizé nord qui tend à prévaloir, d'où il suit que le pôle *boréal* de l'aiguille doit dévier vers l'*est*. Le siège des forces ici mises en jeu ne serait donc pas *au-dessus* de l'aiguille, ainsi que MM. Blavier, Balfour-Stewart et Schuster le pensent, mais bien *au-dessous*.

» Une variation de la direction ou de l'intensité des alizés, ou, en remontant aux causes, une variation de l'intensité des radiations du soleil, entraînerait forcément un changement correspondant de la direction de l'aiguille; c'est ainsi que s'expliquerait la concomitance des maxima des taches avec la recrudescence de l'activité magnétique.

» Si la cause que je viens de signaler était réellement la raison première des faits, on devrait s'attendre à la retrouver toujours et partout, malgré les perturbations locales qui peuvent plus ou moins la masquer, et parmi lesquelles *les vents régionaux, les orages, la proximité de circuits parcourus par des courants* sont celles dont on doit principalement tenir compte. »

M. **Ch. Brame** adresse une Note sur les ombres colorées par la lumière du jour isolée et affaiblie.

A 3 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts.

J. B.

DISCOURS PRONONCÉS AUX OBSÈQUES DE M. LAGUERRE.

Discours de M. J. Bertrand,

AU NOM DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

« Messieurs,

» L'Académie des Sciences, en perdant l'un de ses Membres les plus éminents, a le regret de le voir disparaître au début, pour ainsi dire, de sa carrière académique.

» La maladie cruelle qui vient de briser tant d'espérances l'a tenu éloigné de nos travaux.

» Edmond Laguerre, passionné pour la Science, semblait indifférent au succès.

» Jamais il n'a négligé un devoir, jamais il n'a sollicité une faveur, jamais, dans sa modestie, il n'a voulu se faire son propre juge.

» L'artillerie était sa carrière. Il acceptait avec simplicité toutes les nécessités du service, toujours prompt à bien faire, toujours oublieux de se faire valoir ; — il a pris sa retraite jeune encore, sans avoir atteint les hauts grades où son mérite semblait l'appeler.

» Tel nous avons connu l'éminent géomètre.

» On recherchait, on admirait ses travaux ; on avait peine à les réunir : les recueils les plus répandus contiennent à peine le quart de son œuvre. Jamais Laguerre n'a publié un volume. Ses découvertes, communiquées à des sociétés de travail et d'étude, l'avaient placé au premier rang des géomètres français, avant que l'Académie des Sciences en eût entendu discuter et proclamer l'importance. La Section de Géométrie, elle-même, heureuse de lui rendre justice, avait fait, avec étonnement, j'ose le dire, l'inventaire de tant de richesses.

» Toutes les branches des Mathématiques lui devaient d'importants progrès ; aucune chaire publique, cependant, n'avait offert à ce penseur solitaire l'occasion de répandre, par la parole, les idées fécondes confiées au papier avec tant de sobriété et de réserve. Pour la première fois, en l'année 1885, Laguerre, âgé de 51 ans, s'est fait entendre au Collège de France : préparé à suivre toutes les voies, il a accepté la suppléance de la

Chaire de Physique mathématique. Il y a révélé, sans étonner personne, une érudition sagace et profonde.

» Le cours de Laguerre sur l'attraction des ellipsoïdes donnera, si on peut le publier, le résumé le plus lumineux et le plus savant de cette belle théorie, tant de fois rajeunie et toujours transformée, malgré son admirable perfection.

» Laguerre conservait toute la vigueur et l'activité de son esprit, mais les forces physiques commençaient à le trahir. Il luttait, en préparant ses leçons, contre les atteintes d'une fièvre continue ; il s'y résignait plutôt, car le mal était sans remède. — L'amitié, la haute estime de tous, et l'admiration des bons juges ont adouci la fin prématurée de sa carrière.

» Toujours supérieur à sa position, il a su imposer à l'opinion une justice quelquefois moins tardive, jamais plus complète et plus incontestée. »

M. **Halphen**, après avoir lu le discours de M. Bertrand, ajoute l'allocution suivante :

« L'École Polytechnique perd une de ses gloires. Pendant vingt-deux ans, Laguerre lui a prodigué son rare talent, son zèle infatigable. Il la représentait aux yeux de cette jeunesse, chaque année plus nombreuse, qui, dans un loyal concours, brigue, à force de travail, l'entrée de notre grande École. Devant ce public déjà très clairvoyant, l'École Polytechnique, placée si haut dans l'opinion, grandissait encore, représentée par Laguerre.

» Tous connaissaient sa science presque sans limite, comme aussi la loyauté, les scrupules qu'il apportait à ses jugements. Mais qui soupçonne seulement son extrême bienveillance, je dirai presque sa tendresse pour cette jeunesse d'élite ? Qui, sauf ses collègues, dont tant de fois il a su adoucir ou changer le verdict ?

» Cette grande douceur se dissimulait parfois sous des dehors austères, qui le faisaient redouter un peu, bien à tort.

» C'est là d'ailleurs un trait essentiel de sa physionomie morale : son cœur ne livrait pas facilement ses trésors.

» Les amis qui ont pu y pénétrer éprouvent à ce souvenir une ineffable tristesse.....

» Au nom de l'Académie des Sciences et de l'École Polytechnique, j'adresse à Edmond Laguerre un suprême adieu. »

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 16 AOUT 1886.

Traité théorique et pratique de la régulation et de la compensation des compas avec ou sans relèvements; par A. COLLET. Paris, Challemel aîné, 1886; in-8°.

Contributions to canadian Palæontology, vol. I, J.-V. WHITEAVES. Part I : *Report on the invertebrate of the Laramie and cretaceous rocks of the vicinity of the Bow and Belly rivers and adjacent localities in the North-West territory.* Dawson brothers, Montreal, 1885; in-8°.

Die Flora des Bernsteins und ihre Beziehungen zur Flora der Tertiärformation und der Gegenwart; von H.-R. GOEPPERT *und* A. MENGE. H. Conwentz, Danzig, 1886; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 AOUT 1886.

PRÉSIDENCE DE M. FIZEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Éléments elliptiques de la comète Brooks III* 1886; par M. **J.-R. Hind.**

« Je me suis servi des observations faites à Nice le 25 mai et le 1[er] juillet, ainsi que de celles qui ont été faites à Alger le 3 juin, pour le calcul de l'orbite elliptique que je donne ci-dessous :

T = 1886, juin 6,57145, temps moyen de Greenwich.

π	229°.45′.58″,0	Équinoxe moyen 1886,0.
☊	53. 3.25,7	
ι	12.56. 1,8	
φ	37.27.10,2	
$\log a$	0,5329478	
μ	563″,0992	
Période	6ª,301	

» Les différences sont, d'après l'observation moyenne,

$$\Delta\lambda \cos\beta = +1'',3,$$
$$\Delta\beta = -0'',6.$$

» D'après l'observation faite à Nice le 3 juillet,

$$\Delta\lambda \cos\beta = -2'',0,$$
$$\Delta\beta = +1'',1.$$

» Une observation incertaine de Nice en date du 5 juin présente, après correction d'une erreur commise pour l'étoile de comparaison et qui m'a été obligeamment signalée par M. Perrotin, les différences suivantes :

$$\Delta\lambda \cos\beta = -11'',7,$$
$$\Delta\beta = -6'',2. »$$

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel appelle l'attention de l'Académie sur un Volume qui lui est adressé par M. *J. Bosscha*, intitulé « Relation des expériences qui ont servi à la construction de deux mètres étalons en platine iridié, comparés directement avec le Mètre des Archives » (Rapport présenté au Ministre des Travaux publics, du Commerce et de l'Industrie par la Commission néerlandaise).

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture des passages suivants de la Lettre d'envoi :

« Harlem, 18 août 1886.

« La Commission qui a été chargée par S. M. le Roi des Pays-Bas de prendre livraison de deux copies authentiques du Mètre des Archives a l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences le Rapport dans lequel il a été rendu compte de sa mission.

» La libéralité avec laquelle la Section française de la Commission internationale du Mètre a accordé aux commissaires néerlandais de se servir des précieux instruments, qui avaient été installés au Conservatoire des Arts et Métiers, a fourni à ces délégués les moyens de vérifier, dans des conditions de précision exceptionnelles, les équations de longueur des nouveaux étalons par rapport au prototype. Les nombreuses séries de comparaisons qu'on a pu effectuer témoignent de la haute valeur des perfectionnements réalisés, dans les appareils que la Section française a fait construire d'après des principes nouveaux.

» La discussion de ces observations a permis de dégager, des chiffres recueillis,

quelques conclusions qui offrent un intérêt général pour les mesures de précision. C'est ainsi que le degré d'exactitude qu'on a pu atteindre dans les pointés micrométriques, sur les traits délimitatifs des mètres, démontre l'avantage que présentent les microscopes à fort grossissement, employés dans les nouveaux comparateurs. L'erreur moyenne d'un pointé simple a, par ce moyen, été abaissée au cinquième de la longueur d'onde des rayons moyens du spectre solaire : la comparaison de la longueur d'un mètre avec la distance des axes des microscopes du comparateur n'implique plus qu'une erreur moyenne de 0,15 du millième de millimètre.

» Dans ces conditions, la précision de la comparaison de deux mètres se trouve limitée principalement par les variations de l'éclairage et du réglage des microscopes, variations qui, nécessairement, se présentent d'une série à l'autre. Elles devront se faire sentir dans une proportion beaucoup plus fâcheuse lorsqu'il s'agira d'employer les étalons dans des circonstances différentes avec des instruments différents. Pour atténuer ces causes d'erreur, les microscopes à fort grossissement offrent, ici encore, un avantage incontestable.

» Le degré d'exactitude qui vient d'être indiqué a été obtenu en opérant au centre de Paris, en plein jour, dans un des quartiers les plus animés de cette ville. Un effet nuisible des trépidations du sol doit s'accuser par un défaut de concordance des pointés et des mesures isolées. Cependant, ainsi que nous venons de le remarquer, les erreurs que ces opérations ont pu introduire sont beaucoup plus faibles que celles qui résultent d'autres causes. On en peut conclure que, pour perfectionner encore les mesures de longueur, ce n'est pas l'isolement absolu des bâtiments, dans lesquels s'effectuent les observations, qu'il faudra rechercher en premier lieu. Une condition bien plus importante sera de se rendre compte des effets variables de l'éclairage des mètres et de l'ajustement exact des microscopes.

» Dans une Note annexée au Rapport, l'un des Membres de la Commission néerlandaise a tâché de fournir quelques indications dans cette direction.

» *Le Rapporteur de la Commission néerlandaise,*

» J. Bosscha ».

M. le **Secrétaire parpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la seconde édition du Mémoire de M. l'amiral *Cloué*, sur l'ouragan d'Aden. (Présenté par M. Faye.)

PHYSIQUE. — *Sur la mesure des très fortes pressions et la compressibilité des liquides;* par M. **E.-H. Amagat.**

« J'ai adopté, pour la mesure des pressions trop élevées, le principe du manomètre à pistons différentiels; la condition à réaliser, pour obtenir des

mesures rigoureuses, était de conserver une entière mobilité aux pistons, ceux-ci restant parfaitement étanches.

» M. Marcel Deprez avait déjà eu l'idée de supprimer les cuirs du petit piston et de rendre la fuite extrêmement faible par un ajustage convenable; cet artifice devient insuffisant pour les pressions très fortes, surtout dans les conditions de mes expériences; il en est de même de l'emploi de la baudruche, indiqué par M. Cailletet.

» D'autre part, de nombreux essais m'ont prouvé que la membrane sur laquelle repose le grand piston, outre l'incertitude qu'elle entraîne dans la mesure du diamètre, comporte plusieurs causes d'erreurs.

» J'ai supprimé entièrement les cuirs et la membrane, et j'ai résolu la difficulté par l'emploi de corps visqueux, convenablement choisis. Le grand piston, qui ne reçoit que la pression réduite, repose sur une couche d'huile de ricin, qui transmet la pression au mercure; quant au petit piston, qui reçoit toute la pression par sa base supérieure, il devient parfaitement étanche si, après l'avoir graissé avec de l'huile et mis en place, on noie cette base dans un corps suffisamment visqueux : la mélasse réussit parfaitement. Dans ces conditions, les pistons étant même ajustés très librement, il ne se produit pas de fuite proprement dite, mais un suintement extrêmement lent et n'apportant aucun trouble dans les mesures, et ceci jusqu'à des pressions qui ont dépassé 3000^{atm}.

» Cependant, même dans ces conditions, la colonne de mercure s'élève encore avec des soubresauts qui entraîneraient des erreurs notables; on les annule complètement, en imprimant en même temps aux deux pistons un mouvement de rotation facile à obtenir.

» J'ai étudié seulement, jusqu'ici, la compressibilité de l'eau et celle de l'éther ordinaire. La pièce dans laquelle on comprime le piézomètre est un cylindre d'acier, de $1^m,20$ de hauteur; il est fretté sur toute sa longueur, sauf une partie de la culasse; son diamètre intérieur est de $0^m,03$, les parois ont $0^m,08$ d'épaisseur; il a été fondu et fretté à la fonderie de canons de Firminy. Ce cylindre est fixé verticalement dans un grand réservoir en cuivre, qui permet d'opérer dans la glace fondante, ou dans un courant d'eau à température constante.

» La lecture des volumes de liquide comprimé est faite par le procédé suivant, qui m'a été indiqué par M. le professeur Tait, d'Édimbourg. On a soudé dans la tige du piézomètre une série de fils de platine, comme dans les thermomètres avertisseurs; ces fils sont réunis par une spire métallique,

produisant deux ohms de résistance entre chaque fil, et dont le prolongement traverse les parois du cylindre d'acier au moyen d'un joint isolé spécial; le courant d'une pile arrive par le cylindre d'acier au mercure dans lequel plonge la tige du piézomètre; on conçoit de suite comment des indications galvanométriques pourront faire connaître exactement le moment précis où, le mercure s'élevant dans la tige par suite de la compression du liquide, atteindra successivement chaque fil de platine.

» Le liquide du piézomètre, et le liquide transmettant la pression dans lequel il est plongé (glycérine), s'échauffent considérablement par la pression ; cette circonstance rend les expériences très longues : il faut un temps considérable pour équilibrer la masse qui est peu conductrice; il faut répéter les lectures jusqu'à ce que l'indication du manomètre devienne constante au moment du contact. Les séries faites par pressions décroissantes produisent le même effet en sens inverse; on prend la moyenne des résultats, dont la concordance montre que l'ensemble de la méthode ne laisse réellement presque rien à désirer.

» On voit par là quelles grossières erreurs ont pu être commises avec les autres artifices employés jusqu'ici pour la mesure des volumes dans des conditions analogues.

» L'eau et l'éther ont été étudiés à zéro et à deux températures voisines, l'une de 20°, l'autre de 40°.

» Pour ces deux liquides, le sens de la variation du coefficient de compressibilité avec la température est le même sous les très fortes pressions que sous les plus faibles; l'eau continue à faire exception, sa compressibilité diminue quand la température augmente, dans les limites ci-dessus; toutefois, la variation paraît diminuer sous les pressions les plus élevées. Je reviendrai sur ce point.

» Quant à la variation avec la pression, ainsi que cela était facile à prévoir, le coefficient diminue graduellement quand la pression augmente, et cela a lieu dans toute l'échelle des pressions, contrairement à ce que pensent quelques physiciens. C'est ce à quoi j'étais arrivé dans mon Mémoire de 1877 (*Annales de Chimie et de Physique*) pour des pressions inférieures à 40^{atm}, et ce que, bien longtemps avant, avaient trouvé MM. Colladon et Sturm dans leur travail classique *Sur la compressibilité des liquides*.

» Je donnerai seulement ici les résultats de deux séries, l'une sur l'eau, l'autre sur l'éther :

Eau à 17°,6.

Pressions en atmosphères.			Coefficients de compressibilité.
Entre	1^{atm} et	262^{atm}	0,0000429
	262	805	0,0000379
	805	1334	0,0000332
	1334	1784	0,0000302
	1784	2202	0,0000276
	2202	2590	0,0000257
	2590	2981	0,0000238

Éther à 17°,4.

Pressions en atmosphères.			Coefficients de compressibilité.
Entre	1^{atm} et	154^{atm}	0,000156
	154	487	0,000107
	487	870	0,000083
	870	1243	0,000063
	1243	1623	0,000051
	1623	2002	0,000045
	»	»	»

» A 3000^{atm}, le volume d'eau est réduit de $\frac{1}{10}$, et son coefficient de compressibilité, de moitié.

» L'étude de l'éther sera reprise et poussée jusqu'à 3000^{atm}.

» Les nombres qui précèdent sont des coefficients apparents : les piézomètres ont été conservés pour étudier leur compressibilité et faire ultérieurement les corrections, autant que l'état actuel de la Science permet de de le faire.

» Je publierai prochainement la valeur des coefficients de compressibilité, et aussi des coefficients de dilatation d'un certain nombre de liquides, dans toute l'échelle des pressions jusque vers 3000^{atm}. J'étudierai ensuite, avec le même appareil, un certain nombre de gaz dans les mêmes limites de pression. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur le pourpre du spectre solaire.* Note de M. Camille Koechlin. (Extrait.)

« On ne trouve dans le spectre solaire que deux couleurs simples, le bleu et le jaune. La troisième est fusionnée avec le jaune et avec le bleu, pour constituer d'un côté les rouges, de l'autre côté les violets : le pourpre est le rouge dépourvu de jaune, ou le violet dépourvu de bleu, ou encore le spectre sans jaune et sans bleu. Si l'on projette sur le rouge d'un spectre le bleu d'un second spectre, ou sur le violet le jaune de ce spectre, on obtient du pourpre. On reconstitue le rouge ou le violet, en appliquant sur le pourpre le jaune ou le bleu d'un troisième spectre. Si ces superpositions s'effectuent avec des prismes renversés, de manière que les couleurs complémentaires se recouvrent réciproquement, le spectre présente à cha-

cune de ses extrémités une région pourpre, avec intervalle blanc jaunâtre.

» Lorsqu'on supprime graduellement la lumière d'un spectre à extrémité pourprée, les couleurs en s'éteignant laissent pour dernière trace du pourpre.

» ... Quoique les tons rouges du spectre s'appauvrissent en jaune à mesure qu'ils s'éloignent de cette couleur, ils atteignent leurs limites extrêmes sans montrer le pourpre avec sa pureté caractéristique. Le jaune d'un côté, le bleu de l'autre, se partagent jusqu'aux dernières traces le pourpre du spectre du prisme. Il n'en serait pas de même dans les spectres sans solution de continuité, tels que les montrent les irisations nacrées, les bulles de savon, les cristaux, les arcs-en-ciel surnuméraires et les lueurs crépusculaires des nuages. Lorsque nous fixons un vide dans un fond vert, nous avons l'impression du pourpre, qui est la couleur complémentaire du vert. Aux couleurs simples correspondent les couleurs composées, et *vice versa*.

» La coloration pourpre est très rare dans les composés minéraux. Nous ne citerons que le rubis, les émaux de l'or et du cuivre, et quelques flammes. Dans le règne végétal, le pourpre est d'une abondance qui peut prendre rang après celle du blanc et du jaune : les roses, les œillets, les cinéraires, les fuchsia, les géraniums en présentent des types à toutes les intensités. Le rose est du pourpre étendu, et non pas du rouge, qui donne les tons chairs. Comme matières tinctoriales, nous possédons la fuchsine (sels de rosaniline), les bois de Fernambouc, de Lima, la cochenille ammoniacale, les éosines méthylées, les rouges de xylidine, la pseudopurpurine, l'alizaramide et, par rang d'ancienneté, la murexyde ou pourpre de Tyr. Ce qu'il y a de curieux dans ce choix de matières colorantes, c'est qu'aucune d'elles ne donne encore de pourpre bon teint. Ce problème serait de la plus grande importance, non seulement en raison d'une beauté de nuance qui dépasse les autres, mais parce qu'il donnerait le moyen de composer, par des mélanges, les rouges plus ou moins carminés, les amarantes, les parmes bon teint, qui ne sauraient s'obtenir avec des rouges non exempts de jaune. Au lieu de parme, ce serait le violet industriel (de garance), qui n'existe pas dans le spectre, parce qu'il représente un mélange de rouge et bleu, et non de pourpre et bleu.

» Le pourpre, étant une couleur simple, ne sera jamais obtenu par mélanges, pas plus qu'on ne réussirait à obtenir un jaune par mélanges. On ne saurait arriver au pourpre qu'en soustrayant le jaune d'un rouge, ou le bleu d'un parme.

» Le rouge proprement dit, ou l'écarlate du vulgaire, est plus répandu

dans les produits minéraux que le pourpre. C'est la couleur du vermillon, de l'iodure de mercure, des ponceaux de cochenille, de coralline, de xylidine, d'éosine, de quelques rouges d'alizarine. Si, dans le règne végétal, les fleurs rouges ne sont pas aussi communes que les fleurs pourpres, il en est une cependant que l'on pourrait considérer comme type de rouge : c'est le coquelicot des champs (*Papaver Rhœas*). On détacherait ainsi le rouge neutre des rouges où domine le pourpre ou le jaune, nommés *cerise*, *mordoré*, *feu*, *nacarat*, *écarlate*, *ponceau*, *orangé*, *capucine*, etc.

» ..... Le spectre solaire renferme les éléments de toute coloration, soit par mélanges, soit par affaiblissements avec du blanc ou par extinction avec du noir. Dans ce dernier cas, les couleurs qui contiennent du bleu conservent leur teinte, tandis que celles qui sont du côté opposé du jaune sont dénaturées. Ainsi le vert, le bleu, le violet donnent ce qu'on appelle des *gros verts*, des *gros bleus*, des *gros violets*, tandis que le jaune, l'orangé, le rouge, le pourpre ne se laissent pas foncer et passent à l'olive, au brun, au grenat, à l'amarante. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur l'appareil branchial, les systèmes nerveux et musculaire de l'Amarœcium torquatum (Ascidie composée)*. Note de M. **Charles Maurice**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« L'*Amarœcium torquatum* (voir Drasche) est commun à Villefranche-sur-Mer, où je l'ai recueilli; l'étude détaillée de cet animal m'a permis de constater un assez grand nombre de faits nouveaux pour l'histoire des Synascidies.

» La *branchie* présente 13 rangées de stigmates; trois particularités fondamentales la caractérisent.

» 1° *Les sinus transversaux* qui séparent entre elles les rangées de stigmates *sont soudés directement avec la tunique interne* de chaque côté de l'endostyle, sur un tiers environ de leur pourtour; ailleurs, de nombreux trabécules les relient à la tunique. Il résulte de cette disposition que la cavité péribranchiale est subdivisée en une série de cavités secondaires, ouvertes du côté du cloaque et terminées du côté de l'endostyle en culs-de-sac qui s'avancent dans l'épaisseur de la tunique.

» 2° Tout le long de chacun des sinus transversaux, la paroi branchiale forme un repli *continu* qui pend dans la cavité branchiale. Ce sont de véritables lames, analogues à celles que M. Lahille a décrites chez le *Diplosoma*

Kœhleri; mais, chez notre espèce, ces lames font si fortement saillie dans la cavité branchiale qu'elles la divisent presque en une série de cavités secondaires : on peut les appeler *lames intersériales*. Chose remarquable, elles ne sont pas même interrompues du côté du dos, si bien qu'elles se continuent directement avec les languettes médio-dorsales qui, elles aussi, sont interposées entre les rangées de stigmates. Les languettes médio-dorsales doivent donc être ici considérées comme des dépendances des lames intersériales.

» 3° Il existe, dans l'intérieur même de chacun des sinus transversaux et des lames intersériales, une paire de muscles qui courent côte à côte dans toute leur étendue. Ces muscles entourent donc circulairement la branchie, sauf, bien entendu, au niveau de l'endostyle, où les sinus transversaux n'existent pas, et ils sont situés dans la trame fondamentale même de la branchie. Ils sont reliés par de nombreuses anastomoses avec les muscles longitudinaux de la tunique interne, les fibres de ces derniers se continuant directement avec celles des muscles transversaux; ces anastomoses ont lieu soit à travers la masse fondamentale qui relie les sinus à la tunique interne, soit au niveau de chacun des trabécules transversaux. Un autre point à noter est que les muscles transversaux se trouvent d'autant plus profondément situés dans l'intérieur des sinus et des lames intersériales qui leur font suite, que l'on s'approche du côté dorsal; le long du raphé dorsal, ils sont même entièrement situés dans les lames intersériales.

» Il faut encore noter que les languettes médio-dorsales, au nombre de 12, sont insérées un peu à gauche de la ligne médiane; leur extrémité se trouve néanmoins incurvée vers cette ligne.

» Le sillon rétropharyngien n'existe pas à l'état de gouttière; il n'est constitué, sur une grande partie de son trajet, que par une crête ciliée qui proémine dans la cavité branchiale. Le bord droit du sillon est ainsi seul développé; cette crête se continue, d'un côté, avec les deux lèvres de l'endostyle et, de l'autre, se perd dans l'œsophage.

» Enfin, les cellules qui bordent les stigmates sont allongées dans le sens de la longueur de ces derniers; elles sont disposées par rangées transversales de 6 cellules, dont tous les noyaux se trouvent au même niveau, et chacune d'elles présente suivant son grand axe une crête saillante, qui sert de soutien à 11-15 cils vibratiles par cellule.

» *Système nerveux*. — Le ganglion nerveux est constitué par une masse

centrale fibrillaire et par plusieurs rangées périphériques de cellules ganglionnaires disposées sans ordre.

» Le cordon ganglionnaire viscéral qui lui fait suite est aussi constitué par des fibres et des cellules ganglionnaires. Il part de la région postérieure du ganglion et se prolonge entre l'épithélium branchial et l'épithélium cloacal pour se diriger vers la masse viscérale. Il est enveloppé de vastes espaces sanguins et est accompagné dans toute sa longueur par deux faisceaux musculaires latéraux.

» La *glande hypoganglionnaire* se compose d'un amas de cellules, formant une couche à peu près régulière à la périphérie, mais passant graduellement, à mesure que l'on s'approche du centre de la glande, à une masse de cellules en dégénérescence qui donnent un déchet épithélial produit de la glande. La glande déverse son produit par l'intermédiaire de l'organe vibratile, lequel débouche entre la couronne tentaculaire et la lèvre externe de la gouttière péricoronale. Postérieurement, la glande se continue par un canal qui, peu à peu, s'oblitère pour se perdre dans l'origine du cordon ganglionnaire viscéral. Il est impossible de saisir le point où commence l'un et où finit l'autre; cela résulte de ce fait que, à un moment donné du développement, alors que nulle trace de la glande n'est encore visible, la lumière du canal excréteur de la glande se continue directement avec celle du cordon viscéral qui, lui aussi, constitue un tube à ce stade.

» *Système musculaire.* — A part les muscles qui entourent circulairement les deux siphons de l'animal, on ne rencontre dans la tunique que des muscles longitudinaux. Ces muscles, qui semblent former dans le tronc un cercle complet autour du corps, sont, en réalité, tous latéraux; aucun d'eux n'est médian. En effet, on les voit dans le post-abdomen se rassembler, à droite et à gauche du corps, en deux faisceaux qui se resserrent de plus en plus. Chacun de ces faisceaux va se terminer près de l'extrémité du post-abdomen à une saillie en forme de bouton, analogue à celle que Seeliger a décrite chez la Claveline.

» Les muscles sont composés, non de fibres cellulaires, mais de faisceaux de fibrilles, homogènes, irréductibles et sans trace de striation. Entre ces fibrilles, se trouve une masse protoplasmique où se voient des noyaux. Autour de chaque faisceau, il existe une fine membrane ou sarcolème. »

ZOOLOGIE. — *Sur une larve de* Lampyris noctiluca, *ayant vécu sans tête.* Note de M. **Francois**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« En cherchant des insectes, je recueillis, il y a quelque temps, une larve de *Lampyris* dont la forme tronquée et irrégulière de la partie antérieure du corps attira mon attention. Cette larve, en effet, avait toute la tête et une grande portion du prothorax enlevées et remplacées par une plaque chitineuse cicatricielle.

» La taille était celle d'une larve ordinaire, arrivée au terme de son développement; tous les anneaux du corps et les membres avaient leur aspect normal. Le segment prothoracique, au contraire, se trouvait un peu projeté en avant, en même temps que déjeté sur le côté droit, et réduit à son quart postérieur environ (c'est-à-dire strictement à la région qui porte la première paire de pattes) par une section transversale légèrement oblique d'avant en arrière et de haut en bas. L'énorme blessure déterminée par cette ablation était cicatrisée et fermée par une plaque chitineuse, de couleur brun marron, les anneaux du corps étant de teinte normale, c'est-à-dire brun noirâtre. De tête ni d'orifice buccal, pas la moindre apparence. A la dissection, on trouvait du tissu adipeux en abondance, ni plus ni moins que chez une larve normale.

» Le *tube digestif*, volumineux, à parois épaisses, chargées de matières grasses, en avant un jabot très musculeux, étaient normalement constitués. Mais l'œsophage, tube très grêle, au lieu de s'étendre d'avant en arrière dans l'axe du corps, se contournait et, suivant une marche récurrente, cheminait le long du côté gauche du jabot jusqu'au milieu environ de celui-ci, point où il opérait sa rencontre avec le système nerveux. Il va sans dire que ce tube digestif ne contenait pas trace de matière alimentaire.

» Le système nerveux, c'est-à-dire la partie cervicale de ce système, constituée du reste comme chez l'insecte normal, se trouvait déplacée, refoulée en arrière et reportée au niveau à peu près du milieu du jabot, dans l'angle postérieur gauche du prothorax. L'œsophage, au lieu de traverser le collier œsophagien, le contournait et venait se terminer audessous de celui-ci, en s'accolant contre la plaque cicatricielle en un point où venaient aboutir et se terminer aussi brusquement les nerfs émis par

les ganglions cérébroïdes et infra-œsophagiens (nerfs des organes des sens et des pièces de la bouche).

» Comment se rendre compte de l'organisation et des conditions d'existence de cet insecte? Il suffit, pour cela, de disséquer une larve normale.

» On voit, en effet, que le collier œsophagien se trouve ici logé, non pas dans la tête, qui est fort petite, mais au-dessus de celle-ci, dans le prothorax qui est fort grand. L'œsophage, tube très étroit, suit donc de la bouche au collier œsophagien un trajet relativement assez long, pendant lequel il est accompagné des nerfs, qui se rendent tant aux organes des sens qu'aux pièces buccales de la mastication; et il est possible, ainsi que je m'en suis assuré en opérant sur des larves durcies dans l'alcool, d'enlever d'un coup de rasoir, coupant l'œsophage perpendiculairement dans cette région de son parcours, d'enlever, dis-je, les deux tiers ou les trois quarts du prothorax et la tête tout entière, en ménageant le collier œsophagien et la première paire de pattes.

» Supposons maintenant qu'un Lampyre, vers la fin de sa période larvaire, reçoive d'un oiseau un coup de bec ou d'un petit mammifère un coup de dent, ou bien encore se trouve pris dans un éboulement de cailloux tranchants (l'insecte en question a été recueilli aux environs du Grand-Persigny, région renommée pour ses éclats de silex); la section, accompagnée de compression, dans la région précise du corps que je viens d'indiquer, a pu, en même temps qu'elle refoulait vers l'intérieur du corps, en les déplaçant plus ou moins, les organes essentiels, enlever complètement la portion antérieure du thorax avec la tête; et la cicatrisation aura suivi de près l'accident.

» Cet insecte devait se trouver à la fin de sa période larvaire, et l'on sait qu'à cette époque les matériaux de nutrition amassés dans le corps adipeux en vue de la métamorphose et de la rénovation des tissus peuvent lui permettre de suspendre son alimentation.

» Il faut supposer, de plus, d'après la couleur marron de la cicatrice, que la blessure ne devait pas remonter à une date éloignée.

» La vie aurait-elle pu se prolonger longtemps dans ces conditions, la transformation en nymphe aurait-elle pu s'effectuer? Je ne crois pas la chose impossible; mais il serait difficile de dire ce qui serait sorti de cette nymphe. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'ouragan du golfe d'Aden* (*juin* 1885).
Lettre de M. l'amiral **Cloué** à M. Faye.

« J'ai apporté quelques modifications au Mémoire dont j'ai déjà fait hommage à l'Académie, d'après les renseignements nouveaux qui me sont parvenus. Ainsi le paquebot hollandais *Prinses-Marie*, dont le journal de mer, parfaitement tenu, m'a été envoyé, m'a fourni une observation très intéressante. Ce bâtiment est entré dans l'ouragan à la même heure que le navire anglais *le Diomed*, dont les observations présentent des lacunes, par suite, sans doute, des avaries graves du gouvernail qui ont dû absorber toute l'attention du capitaine : le *Diomed* se trouvant réduit à l'état d'épave, le capitaine ne s'est plus préoccupé ni du vent ni du baromètre; il a dirigé tous ses efforts sur la consolidation de son gouvernail.

» J'ai ajouté l'observation d'un grand paquebot, l'*Hydaspes*, qui n'a pas traversé l'ouragan, mais a passé tout près, au sud, avec du mauvais temps, bien entendu.

» Enfin une nouvelle lettre d'Obock m'a permis d'indiquer exactement où se trouvait la caravane, partie de *Sagallo* vers le *Choa*, lorsque le cyclone l'a rattrapée. C'était bien moins loin dans l'intérieur que le point indiqué précédemment (à huit jours de marche).

» Je recevrai sans doute plus tard d'autres documents, car je suis sur la piste d'une vingtaine de navires qui étaient dans la mer Arabique lors de l'ouragan, et peut-être serai-je conduit ainsi, non à modifier les conclusions de mon Mémoire, mais à y joindre un supplément. »

M. **Schmeltz** adresse une Note sur les propriétés antiseptiques d'une combinaison d'acide salicylique et d'essence d'Eucalyptus.

M. **Larrey**, en présentant à l'Académie un Mémoire imprimé en hollandais, de M. le Dr *W.-C. Gori*, professeur agrégé à l'Université d'Amsterdam, « sur les effets des projectiles dits *de l'avenir* », s'exprime dans les termes suivants :

« L'auteur, ex-chirurgien distingué de l'armée néerlandaise, admettant d'abord que la Chirurgie militaire a fait de grands progrès, dans les temps modernes, reconnaît aussi que tous ses efforts d'expérience et

de dévouement ne peuvent lutter, à force égale, avec les terribles perfectionnements des armes de guerre. Faisant allusion, par exemple, aux projectiles des armes à feu et à l'interdiction internationale des projectiles explosibles, il demande si la cause de l'humanité ne doit pas être placée au-dessus des intérêts de la guerre entre les nations. C'est pourquoi il propose de restreindre plutôt que d'agrandir de plus en plus l'action des projectiles, dont les effets traumatiques produisent souvent des mutilations profondes entraînant la mort des blessés. M. le Dr Gori voudrait, à cet égard, comme l'ont d'ailleurs proposé d'autres chirurgiens militaires, que les coups de feu des armes portatives pussent borner leur action à mettre la plupart des blessés hors de combat. Diminuer le diamètre des projectiles, substituer au plomb, trop susceptible de se déformer, un métal plus dur, plus résistant, tel que le cuivre, afin de ne pas déchirer ou détruire les tissus traversés, ou bien appliquer, sur la balle de plomb, une enveloppe métallique résistante, ou encore façonner celle-ci en culot et y couler le plomb ou un alliage de plomb, ou choisir enfin une enveloppe en acier, tels sont les divers moyens proposés, dont M. Gori cite les auteurs et apprécie les recherches.

» Il expose ensuite les expériences qu'il a faites lui-même, en donnant des détails qui appartiennent plus à la Balistique spéciale qu'à la Chirurgie militaire, et arrive à cette conclusion dernière :

« Nos expériences ont eu un double résultat : l'effet attribué à l'usage
» des balles explosibles peut être obtenu aussi avec des balles ordinaires
» (c'est-à-dire la dilacération des tissus organiques) et ce même effet peut
» être diminué, en faisant usage des balles Lorenz (soudure solide de
» l'enveloppe métallique au projectile ou au noyau de ce projectile). »

» C'est ce que M. Gori appelle les *balles de l'avenir*. »

La séance est levée à 3 heures trois quarts. A. V.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 aout 1886.

Relation des expériences qui ont servi à la construction de deux mètres étalons en platine iridié comparés directement avec le mètre des Archives; par J. Bosscha. Leyde, E.-J. Brill, 1886; in-4°.

Mémoires de l'Académie de Stanislas, 1885, 136e année, 5e série, t. III. Nancy, impr. Berger-Levrault et Cie, 1886; in-8°.

L'ouragan de juin 1885 *dans le golfe d'Aden; par* le vice-amiral Cloué. Paris, Impr. nationale 1886; in-8°.

Première étude sur le minimum de la nuit; par M. A. Kammermann. Genève, impr. Charles Schuchardt, 1885; in-8°.

Études biologiques sur les modifications qui suivent immédiatement la naissance; par le prof. A. Bouchard (de Bordeaux). Bordeaux, impr. Gounouilhou, 1886; in-8°.

Leçons de Clinique chirurgicale professées à l'hôpital Saint-Louis pendant les années 1879 *et* 1880; *par* M. le Dr Péan. Paris, Félix Alcan, 1886; in-8°, (Présenté par M. le baron Larrey.)

Traité pratique des maladies vénériennes; par le Dr Louis Jullien. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1886; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Sur le transport des blessés par les voies ferrées dans les climats tropicaux. Communication au Congrès international de médecins des colonies; par le Dr M.-W.-C. Gori. Amsterdam, impr. Spin et fils; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Eene Cladzljde uit de moderne oorlogs-chirurgie. Voordracht gehauden aan de Universiteet van Amsterdam; door Dr W.-C. Gori. Amsterdam, gedrukt bij Spin et Joon, 1885; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

The Mulberry silk-worm; being a Manual of instructions in silk-culture; by C.-V. Riley. M. A. Ph. D.; sixth revised edition, with illustrations. Washington, Government printing Office, 1886; in-8°.

Report of the entomologist Charles-V. Riley *for the year* 1885 (issued june 1886), with illustrations. Washington, Government printing Office, 1886; in-8°.

Tokio Daigaku (*Universität Tokio*). *Calender der medicinischen Fakultät* 2543-44 (1883-84), *herausgegeben von Tokio Daigaku;* 18 Jahr, Meiji (1885); in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 AOUT 1886.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE BLANCHARD.

M. le **Président** signale à l'Académie la présence de divers savants qui ont reçu la mission de s'associer, au nom de la science de leur pays, à l'hommage rendu à M. Chevreul, à l'occasion de son centenaire : M. *Van Beneden*, représentant la Belgique; M. *Broch*, représentant la Norwège; M. *Bosscha*, représentant les Pays-Bas; M. *Govi*, représentant l'Italie.

M. le **Président** prend ensuite la parole, et s'exprime comme il suit :

« Monsieur Chevreul,

» Aujourd'hui, le 30 août 1886, au nom de l'Académie, j'ai l'insigne honneur de vous souhaiter votre fête : fête unique, celle de votre centenaire. Par une heureuse rencontre, notre séance tombe comme si l'heure avait été choisie. Dans la famille, c'est la veille du jour marqué qu'on souhaite une fête. Ne convenait-il pas qu'il en fût de même dans l'Académie, notre famille intellectuelle, que nous aimons d'autant plus que nous vieillissons davantage, gardant au cœur le gracieux souvenir de ceux qui, autrefois, nous prêtèrent assistance, le regret de pertes trop tôt subies, mais aussi la

satisfaction d'avoir vu arriver parmi nous de jeunes Confrères qui répondent de l'avenir.

» Il vous en souvient, cher Maître; c'était dans la première séance du mois de septembre 1883, je rappelai que le doyen de l'Institut venait de commencer sa quatre-vingt-dix-huitième année, et je déclarai que c'était avec confiance que nous voyions approcher l'instant où la France et l'Académie célébreraient le centenaire de l'un des savants les plus illustres de notre siècle. On me pardonnera, si je ne résiste pas à l'envie de m'applaudir un peu d'avoir bien prédit, et de vous exprimer, Maître, ma gratitude pour avoir fait honneur à ma parole. C'est la bonne fortune qui me ramène à cette place qu'il y a trois ans j'occupais à titre légitime; je la dois à notre cher Président qui a dû s'absenter. N'ayant point à le plaindre, je me console bien volontiers de son absence. En homme d'esprit et, je veux le dire, en homme rompu à la manœuvre, d'après la considération assez justifiée qu'à une époque de villégiature nos rangs seraient fort éclaircis, il est venu le premier vous apporter le tribut d'hommages de la Compagnie et vous offrir ses meilleurs compliments. Je suis donc au bonheur d'être en cette circonstance l'interprète de l'Académie, et tout à l'heure, Maître, de vous embrasser, vous, Monsieur Chevreul, qui restez le dernier témoin de ma carrière tout entière.

» On a parlé de Fontenelle qui a vécu un siècle; il l'a manqué de quelque peu. A vous, rien ne devait manquer.

» Mon intention n'est pas de m'arrêter à vos travaux. Demain, un Confrère autorisé retracera, pour l'enseignement et pour le plaisir de ceux qui ne la connaissent pas d'une manière suffisante, votre vie scientifique qui longtemps sera citée en exemple. Pour ma part, je n'en relèverai qu'un seul trait.

» Pendant la méditation, vous m'êtes apparu, cher Maître, jeune, plein d'enthousiasme pour l'étude, animé du noble désir d'apporter dans la recherche une rigueur, une précision alors presque inconnues; je vous ai suivi, dégageant, par d'ingénieux procédés de votre invention, d'une masse graisseuse informe, de précieuses matières d'une pureté parfaite. L'œuvre magistrale est accomplie : désormais est acquise la connaissance de toute une catégorie de corps ayant un rôle important; le succès est complet. Bientôt, pourtant, une autre phase se dessine : de vos travaux naît une vaste industrie et ce n'est guère sans émotion que l'on songe aux milliers de familles qui tirent l'existence de cette industrie dont le monde vous est redevable. Et puis, sans grand effort de la pensée, revenant aux jours de

mon enfance, j'éprouve encore l'impression pénible, tant de fois ressentie, quand, le soir venu, dans la demeure pauvre ou peu fortunée, s'allumait la mèche fumeuse et répugnante qui jetait des lueurs blafardes : un éclairage digne des temps barbares. Et tout à coup, comme transporté au sein d'une civilisation raffinée, s'offre à mon regard charmé la jolie flamme qui luit dans l'humble habitation, pareille à celle qui doit illuminer les salons les plus somptueux. Du changement, c'est à vous qu'il faut rendre grâce.

» L'investigateur, tout à sa mission, ne rêve que d'élargir son domaine. S'il est parvenu à dévoiler des faits d'un intérêt considérable, il a mérité de la Science. Que de ses travaux surgisse une application capable de fournir au pays une nouvelle richesse, c'est pour lui une gloire; mais l'homme de science a trouvé sa plus haute récompense lorsqu'il a réussi à répandre un bien-être parmi la nation et à procurer aux plus déshérités de ce monde un peu du luxe qui semblait ne pouvoir être obtenu qu'avec la richesse. Maître, vous expérimentateur, vous philosophe, vous Monsieur Chevreul, vous avez connu tous ces triomphes. Encore une fois, rien ne devait vous manquer.

» Monsieur Chevreul, par vos récits d'événements lointains dont vous avez été le témoin, vous avez captivé tous ceux qui, par l'âge, pourraient être vos fils et ceux, plus nombreux, qui seraient vos petits-fils. Votre mémoire, toujours dans sa fraîcheur, vous permettra d'instruire encore ceux qui seraient des arrière-petits-neveux. A partir de demain, vous compterez les jours, les semaines, les années de votre nouveau siècle. Que ces années soient nombreuses! c'est le vœu de vos Confrères, de vos admirateurs. De tous, c'est le vœu le plus cher, que je vous crie de toute la force de mon âme. »

M. **Chevreul** exprime, en quelques paroles émues, ses sentiments de gratitude pour ses Confrères et pour les savants qui se sont réunis à l'Académie.

M. le **Président** donne lecture du télégramme suivant, qui lui est adressé par l'Université de Kasan, et qui lui est remis au moment même:

« A l'anniversaire mémorable de M. Michel-Eugène Chevreul, vénérable savant universel, l'Université impériale de Kasan complimente le centenaire sur sa longue et fécondante activité, qui a fait faire un si grand progrès dans le développement des sciences expérimentales et tant contribué à l'état florissant de la science et des arts

techniques contemporains; elle envoie également à ce remarquable patriarche du monde savant un chaleureux souhait de santé, de vigueur et de force.

» *Le Recteur de l'Université impériale de Kasan,*

» KREMLEW. »

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur un cas remarquable du problème des perturbations.* Note de M. F. TISSERAND.

« Soient P et P′ deux planètes circulant autour du Soleil S, ou bien deux satellites circulant autour de leur planète, dans des orbites peu inclinées l'une sur l'autre.

» Nous désignerons par m et m'; a et a', $a < a'$; n et n'; r et r'; v et v'; l et l' les masses, les demi grands axes, les moyens mouvements, les rayons vecteurs, les longitudes vraies et les longitudes moyennes de P et P′; la masse de S est prise pour unité.

» I. Nous aurons, en ne considérant que les inégalités indépendantes des excentricités,

$$(1)\quad \begin{cases} r = a\left[1 + m'\sum_1^\infty E_i \cos i(l-l')\right], \\ v = l \qquad - m'\sum_1^\infty C_i \sin i(l-l'); \end{cases}$$

$$(1')\quad \begin{cases} r' = a'\left[1 + m\sum_1^\infty E'_i \cos i(l-l')\right], \\ v' = l' \qquad + m\sum_1^\infty C'_i \sin i(l-l'). \end{cases}$$

» Les coefficients E'_i et C'_i ont les expressions suivantes, qui se déduisent aisément des formules de Laplace (*Mécanique céleste,* Livre II, n° 50),

$$E'_i = \frac{n'^2}{n'^2 - i^2(n-n')^2}\left(a'^2\frac{dB^{(i)}}{da'} - \frac{2n'}{n-n'}a'B^{(i)}\right),$$

$$C'_i = -2\frac{n-n'}{n'}iE'_i - \frac{n'}{n-n'}\frac{1}{i}\left(2a'^2\frac{dB^{(i)}}{da'} - \frac{3n'}{n-n'}a'B^{(i)}\right);$$

ces mêmes formules donneront les coefficients E_i et C_i, en y remplaçant m, a', n, n' par m', a, n', n.

» Les quantités $B^{(i)}$, qui sont des fonctions symétriques de a et a', sont définies par l'équation

$$(a^2 + a'^2 - 2aa'\cos\lambda)^{-\frac{1}{2}} = \frac{1}{2}B^{(0)} + \sum_1^\infty B^{(i)}\cos i\lambda.$$

» En faisant

$$\alpha = \frac{a}{a'}, \qquad (1 + \alpha^2 - 2\alpha\cos\lambda)^{-\frac{1}{2}} = \frac{1}{2}b^{(0)} + \sum_1^\infty b^{(i)}\cos i\lambda, \qquad b_1^{(i)} = \alpha\frac{db^{(i)}}{d\alpha},$$

on peut écrire

$$(2)\qquad \begin{cases} E'_i = -\dfrac{n'^2}{n'^2 - i^2(n-n')^2}\left(b_1^{(i)} + \dfrac{n+n'}{n-n'}b^{(i)}\right), \\ C'_i = -2\dfrac{n-n'}{n'}iE'_i + \dfrac{2n'}{n-n'}\dfrac{1}{i}\left(b_1^{(i)} + \dfrac{n+\frac{1}{2}n'}{n-n'}b^{(i)}\right); \end{cases}$$

il convient toutefois de remarquer que, si l'on veut que ces formules aient lieu aussi pour $i=1$, on doit y remplacer $b^{(1)}$ par $b^{(1)} - \frac{1}{\alpha^2}$, et $b_1^{(1)}$ par $b_1^{(1)} + \frac{2}{\alpha^2}$.

» II. Supposons actuellement que les moyens mouvements n et n' offrent un rapport de commensurabilité très approchée, représenté par une fraction irréductible de la forme $\frac{j+1}{j}$, j étant un entier positif. On aura donc, en désignant par σ un nombre très petit,

$$(3)\qquad jn - (j+1)n' = \sigma n',$$

d'où

$$(4)\qquad j\frac{n-n'}{n'} = 1 + \sigma;$$

on voit que le dénominateur $n'^2 - i^2(n-n')^2$ qui figure dans les formules (2) sera très petit pour $i=j$ et qu'il ne le sera que pour cette valeur de i; la valeur de E'_j sera donc beaucoup plus grande que celles de $E'_{j\pm1}$, $E'_{j\pm2}$, ..., et il en sera de même de C'_j. On pourra réduire les formules (1') à

$$(5)\qquad \begin{cases} r' = a'[1 + mE'_j\cos j(l-l')], \\ v' = l' + mC'_j\sin j(l-l'); \end{cases}$$

mais il faut bien remarquer que cette réduction n'a réellement de sens que si σ est une fraction très petite.

» Il y a plus, le petit dénominateur qui rend C'_j sensible ne figure que dans la première partie de l'expression (2) de C'_i; on peut donc se borner à

$$C'_j = -2\frac{n-n'}{n'}jE'_j,$$

ce qui donne, en vertu de l'équation (4),

$$C'_j = -2(1+\sigma)E$$

ou, à fort peu près,

$$C'_j = -2E'_j.$$

» Si donc on pose

$$mE'_j = e'_0,$$

les formules (5) pourront s'écrire

$$(\mathrm{A}') \qquad \begin{cases} r' = a'[1 + e'_0 \cos j(l-l')], \\ v' = l' - 2e'_0 \sin j(l-l'). \end{cases}$$

» On vérifiera aisément qu'en négligeant σ^2 devant σ, on a

$$(\mathrm{B}') \qquad e'_0 = \frac{m}{2\sigma}[b_1^{(j)} + (2j+1)b^{(j)}].$$

» Cela étant, posons

$$(\mathrm{C}') \qquad \varpi'_0 = 180° + (j+1)l' - jl,$$

et les formules (A′) deviendront

$$(\mathrm{D}') \qquad \begin{cases} r' = a'[1 - e'_0 \cos(l' - \varpi'_0)], \\ v' = l' + 2e'_0 \sin(l' - \varpi'_0). \end{cases}$$

» Or ces deux équations représentent, aux petits termes près en e'^2_0, e'^3_0, ..., un mouvement elliptique képlérien dans lequel l'excentricité serait e'_0 et la longitude du périhélie ϖ'_0. Les équations (3) et (C′) montrent que le périhélie est animé d'un mouvement uniforme très lent dont la vitesse est égale à $-\sigma n'$; ce mouvement est rétrograde si σ est positif, ce que nous supposerons.

» De là cette conséquence : alors même que l'*excentricité propre* e' serait nulle, il y aura une excentricité apparente e'_0 dont la valeur fournie par l'équation (B′) pourra être très sensible en raison du petit diviseur σ; autrement dit : *Si le mouvement de* P′ *était primitivement circulaire et uniforme,*

les perturbations causées par la planète P *auront pour principal effet de le transformer en un mouvement très voisin d'un mouvement elliptique képlérien, avec une rotation uniforme du grand axe.*

» On trouvera de même que le dénominateur $n^2 - i^2(n-n')^2$ qui figure dans les expressions de E_i et de C_i ne devient très petit que pour $i = j+1$, et l'on obtiendra aisément les formules suivantes

(A) $$\begin{cases} r = a\{1 - e_0 \cos[(j+1)(l-l')]\}, \\ v = l + 2e_0 \sin[(j+1)(l-l')], \end{cases}$$

(B) $$e_0 = \frac{j+1}{j}\frac{m'}{2\sigma}\alpha[b_1^{(j+1)} + (2j+2)b^{(j+1)}];$$

en faisant

(C) $$\varpi_0 = (j+1)l' - jl,$$

il viendra

(D) $$\begin{cases} r = a[1 - e_0 \cos(l-\varpi_0)], \\ v = l + 2e_0 \sin(l-\varpi_0). \end{cases}$$

» On pourra énoncer des conclusions analogues aux précédentes; il y aura une *excentricité apparente* e_0, déterminée par la formule (B); les longitudes ϖ_0 et ϖ'_0 des *périhélies apparents* différeront constamment de 180°; cela résulte des formules (C) et (C').

» Remarquons enfin que, quand les deux planètes P et P' seront en conjonction, P sera voisine de son périhélie apparent, et P' de son aphélie apparent; cela tient à ce que, dans les conjonctions, la différence $l - l'$ diffère peu de $2k\pi$, k étant entier; les anomalies moyennes apparentes sont voisines de 0° et de 180°.

» III. On ne peut s'empêcher de rapprocher ces résultats de ceux obtenus par deux astronomes éminents, MM. A. Hall et S. Newcomb, pour le mouvement de l'un des satellites de Saturne, Hypérion, en tant qu'il résulte des perturbations produites par le plus gros satellite, Titan. P correspondra à Titan, et P' à Hypérion; on a, d'après Hall et Bessel,

$$n = 22^\circ,57700, \qquad n' = 16^\circ,91988, \qquad \alpha = \frac{a}{a'} = 0,825;$$

on en conclut

$$3n - 4n' = +0^\circ,0515;$$

cette différence est très petite par rapport à n et n'; c'est l'un des cas les plus approchés de commensurabilité que présente le système solaire. On

rentre dans les conditions supposées plus haut, en faisant $j = 3$, $\sigma = +0,003043$.

» Tout indique que le rapport $\frac{m'}{m}$ est extrêmement petit; il n'y aura donc pas à considérer les perturbations de Titan, mais seulement celles d'Hypérion.

» *On peut expliquer les phénomènes observés, dans leur ensemble et dans une première approximation, en admettant que l'excentricité propre d'Hypérion est nulle ou, du moins, très petite, et ne considérant que l'excentricité apparente.*

» Les observations montrent, en effet, qu'on peut admettre, dans une première approximation, que le mouvement d'Hypérion est représenté par un mouvement elliptique képlérien, dans lequel le grand axe est à peu près constant, ainsi que l'excentricité qui est voisine de 0,1; le périsaturne rétrograde d'un mouvement uniforme avec une vitesse de 20° par an; enfin, les conjonctions des deux satellites ont lieu dans le voisinage de l'aposaturne d'Hypérion.

» En appliquant au cas actuel les résultats généraux que nous avons obtenus, on voit que le *périsaturne apparent* aura un mouvement rétrograde uniforme de $0°,0515 \times 365,25 = 18°,8$ par an, ce qui diffère peu du nombre observé 20°.

» Pour rendre compte de l'excentricité observée, il suffira de déterminer m par l'équation (B'), en y faisant $e'_0 = 0,1$. On trouve aisément

$$b^{(3)} = 0,562, \qquad b_1^{(3)} = 2,610,$$

et il vient

$$0,1 = \frac{m}{2\sigma} \times 6,544, \qquad m = \frac{1}{10750};$$

cette valeur diffère peu de celle obtenue par M. Newcomb.

» Les formules (1') et (2) donnent, avec cette valeur de m,

$$\frac{r'}{a'} = 1 - 0,0004\cos(l-l') - 0,0014\cos 2(l-l') \\ + 0,1000\cos 3(l-l') + 0,0006\cos 4(l-l') + \ldots,$$

$$v' = l' + 10'\sin(l-l') + 13'\sin 2(l-l') \\ - 11°23'\sin 3(l-l') - 3'\sin 4(l-l') - \ldots.$$

On voit que ces formules ne diffèrent que par de petits termes correctifs des suivantes :

$$\frac{r'}{a'} = 1 + 0,1000\cos 3(l-l'),$$

$$v' = l' - 11°23'\sin 3(l-l').$$

» Il y aura lieu de comparer la théorie aux observations, et de déterminer les valeurs les plus précises des quantités a', n', m, ε' (longitude moyenne de l'époque); on procédera ensuite à une seconde approximation, en tenant compte des termes multipliés par e, et introduisant l'excentricité propre e' et la longitude ϖ' correspondante du périsaturne; on déterminera ces deux nouvelles inconnues e' et ϖ'.

» IV. Nous allons faire une autre application en prenant pour S le Soleil, pour P la planète (153) Hilda, et pour P' Jupiter; ce sont les formules (A), (B), (C) qui vont nous servir.

» L'*Annuaire du Bureau des Longitudes de* 1886 nous donne

$$n = 451'',5802, \qquad n' = 299'',1284, \qquad a = 3,952281, \qquad a' = 5,202800;$$

d'où

$$2n - 3n' = +5'',7752, \qquad \sigma = 0,019308.$$

On a donc ici

$$j = 2;$$

on trouve aisément

$$b^{(3)} = 0,393, \qquad b_1^{(3)} = 1,608;$$

la commensurabilité est ici beaucoup moins approchée que pour Hypérion et Titan.

» En prenant $m' = \frac{1}{1050}$, la formule (B) donne

$$e_0 = 0,111.$$

» L'excentricité apparente est donc tout à fait comparable à l'excentricité propre $e = 0,172$, et, si l'on ne tenait compte que de cette dernière, en la prenant comme point de départ pour le calcul des perturbations, on serait très loin de la réalité. On doit donc, pour employer le langage de M. Gyldén, employer, dès la première approximation, une *orbite intermédiaire*, qui se trouve être encore à peu près une ellipse.

» Il y a une certaine analogie entre ces résultats et ceux de M. Harzer (*Vierteljahrsschrift der astronomischen Gesellschaft*, t. XX, p. 248); le travail de M. Harzer se rapporte aux petites planètes dont le moyen mouvement est voisin du double de celui de Jupiter. Il va sans dire que notre calcul de e_0 n'est qu'approché; car la valeur moyenne de n peut différer assez notablement de celle que nous avons employée. »

CHIMIE. — *Sur le poids atomique du germanium.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« J'ai eu dernièrement l'honneur ([1]) d'annoncer à l'Académie que M. Winkler, dans un premier essai analytique, avait trouvé 72,75 pour le poids atomique provisoire du germanium. J'étais arrivé aux nombres théoriques suivants :

1° Par mon ancienne classification	72,28
2° Par les λ (2 raies du Ge)	72,32
3° Par les λ (1 raie du Ge)	72,27

» M. Winkler ([2]) vient de reprendre la détermination du poids atomique de son curieux métal, en dosant le chlore contenu dans le composé $Ge\,Cl^4$, et il a obtenu

	72,31
	72,41
	72,27
	72,29
Moyenne	72,32 ([3])

» Vu les incertitudes (inévitables, quelque faibles qu'on les suppose) des poids atomiques et des longueurs d'onde connus, qui ont servi à établir mes calculs, il est permis de considérer ceux-ci comme rigoureusement vérifiés.

» La loi de proportionnalité entre les variations des poids atomiques et les variations des longueurs d'onde (loi déjà appliquée au gallium) reçoit aujourd'hui une importante confirmation, en même temps qu'il devient

([1]) *Comptes rendus,* p. 1291, 7 juin 1886.

([2]) *Journal für praktische Chemie,* Band XXXIV, 1886.

([3]) Si l'on élimine le nombre 72,41, qui s'éloigne légèrement des autres, il reste

72,31
72,27
72,29

d'où 72,29, moyenne des nombres les plus concordants.

très probable qu'aucune erreur bien sensible n'existe sur les poids atomiques de césium, rubidium, potassium, indium, gallium, aluminium, étain et silicium. En effet, les longueurs d'onde et les poids atomiques de Cs, Rb, K, In et Al ont servi à calculer spectralement le poids atomique du gallium (vérifié depuis analytiquement) et les λ et PA de In, Ga, Al, Sn et Si ont permis de chercher spectralement le poids atomique du germanium, lequel poids est actuellement connu avec une erreur probable qui semble devoir être considérée comme très faible, grâce aux récents travaux de M. le professeur Winkler. »

M. **Albert Gaudry** présente à l'Académie une Note « Sur un Reptile du terrain permien », et s'exprime en ces termes :

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie une Note sur un nouveau genre de Reptile qui a été trouvé dans le permien des Télots, près d'Autun, par M. Bayle, directeur de la Société lyonnaise des schistes bitumineux. Pendant longtemps, on n'a pas connu de fossiles plus élevés que les poissons dans les terrains primaires de notre pays. Mais, depuis quelques années, les schistes permiens des environs d'Autun, qui sont exploités pour leur pétrole, ont fourni de nombreux Reptiles. J'ai ainsi pu décrire successivement l'Actinodon, le Protriton, le Pleuronoura, l'Euchirosaurus, le Stercorachis. M. Bayle vient de trouver encore un nouveau genre fossile qui diffère très visiblement de ceux que je viens de nommer : on s'en rendra compte facilement en examinant la figure que je présente à l'Académie. Je propose de l'inscrire sous le nom d'*Haptodus Baylei* (ἅπτω, j'attache fortement, ὀδούς, dent) parce que les dents adhèrent si fortement aux mâchoires, qu'au premier abord on pourrait croire qu'elles n'en sont pas distinctes.

» C'est une chose singulière de trouver des formes si variées de Reptiles dans le permien d'un même pays, car les genres qu'on rencontre à Autun se séparent en quatre types très distincts : le type Actinodon, le type Protriton, le type Stercorachis, le type Haptodus. Les beaux travaux de M. Fritsch sur la Bohême et de M. Cope sur le Texas ont également révélé une grande diversité dans les Quadrupèdes permiens de ces contrées. Lorsque j'ai présenté à l'Académie le Stercorachis, j'exprimais l'opinion qu'une créature aussi avancée dans son développement porte à penser que l'âge permien est très loin de l'époque qui a vu l'état initial des Qua-

drupèdes. Je me confirme dans cette opinion en remarquant la diversité des formes des Reptiles du permien; il faut s'attendre à rencontrer des traces de Reptiles dans des couches plus anciennes que celles où l'on en a trouvé jusqu'à ce jour.

» Les nombreuses découvertes qui se succèdent dans les gisements de schistes bitumineux d'Autun prouvent l'esprit investigateur des exploitants. Le zèle des amis de la Science dans le département de Saône-et-Loire ne semble pas près de diminuer; car on vient de fonder à Autun une société d'Histoire naturelle qui, dit-on, a réuni immédiatement deux cents adhésions. Ce nombre est d'autant plus remarquable, que déjà dans le département de Saône-et-Loire il y a une société d'Histoire naturelle, dirigée par M. de Montessus, qui a un grand succès. Comme ces choses font honneur à la Science française, je pense qu'elles ne peuvent manquer d'intéresser l'Académie. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE. — *La phosphorographie appliquée à la photographie de l'invisible.* Note de M. **Ch.-V. Zenger.**

« En observant le mont Blanc après le coucher du soleil, au commencement de septembre 1883, j'avais été frappé de ce fait, que la lueur bleu-verdâtre pouvait rester perceptible jusqu'à $10^h 30^m$; j'ai été conduit à penser que la glace de la cime, mêlée aux débris du carbonate de chaux, émet une lumière d'une couleur très semblable à celle des eaux du lac Léman, et qu'il serait possible de fixer l'image de la montagne, à la nuit, par la lumière phosphorescente de la glace, qui se trouve être très actinique.

» A mon retour, j'ai fait une expérience consistant à projeter les images données par les lentilles photographiques dans la chambre noire sur une plaque de verre couverte d'une couche de phosphore de Balmain, uniformément répandue sur la plaque, comme lorsqu'il s'agit de recouvrir une plaque de verre avec du collodion. Après une exposition de quelques secondes, j'ai pris la plaque de la chambre noire, à l'obscurité, pour la mettre en contact avec une plaque sèche photographique pas trop sensible. Après une heure de contact à l'obscurité, j'ai vu apparaître l'image de l'objet, comme s'il s'agissait d'une prise ordinaire, avec tous les détails.

» Mais l'observation faite à Genève m'a fait penser que le carbonate de chaux, illuminé par un soleil brillant pendant le jour, pourrait émettre des rayons invisibles, mais très actiniques. J'ai fait l'expérience pendant la nuit du 17 mai de l'année suivante 1884, le ciel étant couvert. L'exposition de la plaque, à minuit, sur la terrasse de l'observatoire astrophysique de Prague, pendant quinze minutes, a donné des images assez bonnes des tours et des édifices environnants, après un contact de la plaque phosphorescente avec la plaque photographique prolongé jusqu'au matin du jour suivant. Il y a donc des radiations émises par des corps insolés, radiations assez actiniques, même jusqu'à minuit, en absence de toute autre lumière.

» J'ai répété ces expériences plus tard, avec du papier imprimé, que j'ai placé pendant la journée en plein soleil. Après une heure d'insolation, j'ai opéré le contact avec du papier photographique ordinaire, à la chambre noire. L'impression du papier s'est opérée en peu d'heures, en sorte qu'on n'a pas besoin de développer l'image, mais seulement de la fixer. Les lettres apparaissent nettement en noir, et j'ai fait usage de cette méthode pour copier des notes imprimées.

» Cette expérience m'a conduit enfin à supposer que la lumière peut être absorbée et rendue ensuite lentement, et qu'on peut fixer les images des corps invisibles à l'obscurité, par le simple contact ou par l'appareil photographique.

» Ne se peut-il pas qu'il existe nombre de corps célestes qui, étant illuminés pendant des périodes plus ou moins longues, rendent ensuite lentement cette lumière quand ils sont noyés dans les ténèbres, mais comme lumière actinique, comme les murs illuminés pendant le jour rendent pendant la nuit la lumière absorbée.

» La confection des cartes célestes pourrait en tirer avantage; car, avec un télescope de 8 pouces d'ouverture et 41 pouces de foyer, peu de secondes suffisent pour imprimer la plaque phosphorescente et pour représenter les étoiles jusqu'à la 9e grandeur, quand on produit à l'obscurité le contact de la plaque phosphorescente ainsi imprimée avec une plaque au gélatinobromure d'argent.

» Tout récemment, j'ai eu l'idée de faire des expériences avec des corps fluorescents et sensibles à la lumière actinique, comme les uranates et les nitrates d'urane. En imbibant du papier anglais, de texture très égale, avec une solution de 10 pour 100 du nitrate d'urane, et en produisant le contact direct avec un dessin, un papier imprimé, etc., préalablement

insolé, ou en produisant à la chambre noire l'image donnée par la lentille photographique sur le papier préparé et collé à une plaque de verre, j'ai toujours obtenu des images latentes, qui peuvent être développées après des mois, à la condition qu'on les tienne pendant ce temps à l'obscurité et dans l'air tout à fait sec.

» On peut ainsi obtenir des images de nombre de corps, dans l'obscurité, quand ils jouissent, comme le carbonate de chaux, le papier, etc., de la propriété de rendre lentement la lumière absorbée pendant l'insolation. On peut reproduire des objets qui, jusqu'ici, sont demeurés tout à fait invisibles à l'œil, en faisant des expositions prolongées avec des lentilles ou miroirs à très court foyer, sur des plaques enduites de substances phosphorescentes ou fluorescentes; en opérant à l'obscurité et pendant un temps suffisant, avec une plaque plus ou moins sensible à l'émulsion d'argentobromure de collodion ou de gélatine.

» J'ai trouvé qu'il est avantageux de colorer ces plaques avec de la chlorophylle. Au collodion, on ajoute une solution éthérée et concentrée de chlorophylle; tandis que, pour les plaques à gélatine, on fait usage d'une solution alcaline de chlorophylle. Les plaques ainsi préparées, isochromatiques et d'un vert grisâtre, sont sensibles pour toutes les radiations du spectre solaire, de l'ultra-rouge à l'ultra-violet. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Gustave Hermite** adresse une suite à sa Communication précédente, sur l'emploi de la lumière intermittente pour la mesure des mouvements rapides.

(Commissaires : MM. Fizeau, Cornu, Mascart.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observation de la comète Winnecke, faite à l'observatoire d'Alger, au télescope de* $0^m,50$. Note de M. **Ch. Trépied**, présentée par M. Mouchez.

« La comète de Winnecke, pour la recherche de laquelle une éphéméride avait été publiée par M. Lamp dans les *Astronomische Nachrichten*, a été

retrouvée le 20 août à l'observatoire du Cap de Bonne-Espérance. L'observation du Cap, communiquée par le service international des télégrammes astronomiques, m'a permis de voir cette comète à Alger, le 22 août. Elle avait l'aspect d'une nébulosité d'environ 1′ de diamètre avec un noyau central dont l'éclat pouvait être comparé à celui d'une étoile de grandeur 10 ou 11; mais presque aussitôt les brumes de l'horizon m'ont empêché de déterminer la position de l'astre. Le lendemain 23 août, j'ai pu obtenir la position ci-dessous :

Date 1886.	Étoile de comparaison.	Grandeur.	✶—★ Asc. droite.	✶—★ Décl.	Nombre de compar.
Août 23....	W_1 13^h n° 294	8	$+0^m 55^s,58$	$+1'31'',8$	6:6

Position moyenne de l'étoile de comparaison.

Ascension droite moyenne 1886,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1886,0.	Réduction au jour.	Autorité.
$13^h 20^m 15^s,19$	$+0,88$	$-3°4'2'',7$	$-0'',9$	$\frac{1}{2}(W_1 + \text{Lamont})$

Position apparente de la comète.

Date 1886.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
Août 23	$8^h 4^m 29^s$	$13^h 21^m 11^s,65$	$\bar{1},656$	$-3°2'31'',8$	0.731

» Observation difficile; noyau peu distinct; comète très près de l'horizon. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques équations différentielles non linéaires*. Note de M. **Roger Liouville**.

« L'équation différentielle

$$(1) \qquad y'' + y'^2 \frac{\partial \log \beta}{\partial y} - y' \frac{\partial \log \alpha}{\partial x} = 0$$

peut toujours être intégrée, si les fonctions α, β, qu'elle renferme, vérifient ce système d'équations aux dérivées partielles

$$(2) \qquad 3\alpha + \frac{\partial^2 \log}{\partial x\, \partial y}(\alpha^2 \beta) = 0, \qquad 3\beta + \frac{\partial^2 \log}{\partial x\, \partial y}(\alpha \beta^2) = 0,$$

dont je vais d'abord donner la solution générale; voici comment on peut la former.

» Soient

$$X_1, \quad X_2, \quad X_3$$

des fonctions arbitraires de x;

$$X'_1, \quad X'_2, \quad X'_3$$

leurs dérivées. Soient, de même,

$$Y_1, \quad Y_2, \quad \ldots$$

des fonctions de y, et posons

$$\begin{array}{ll} X_2 X'_3 - X_3 X'_2 = L_1, & X_3 X'_1 - X_1 X'_3 = L_2, \\ Y_2 Y'_3 - Y_3 Y'_2 = M_1, & \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \end{array}$$

les expressions d'α et β sont les suivantes

$$(3) \qquad \left\{ \begin{array}{l} \alpha = \frac{\partial^2 \log}{\partial x \, \partial y}(X_1 Y_1 + X_2 Y_2 + X_3 Y_3), \\ \beta = \frac{\partial^2 \log}{\partial x \, \partial y}(L_1 M_1 + L_2 M_2 + L_3 M_3), \end{array} \right.$$

il est facile de s'en assurer. Désignant, en effet, par D_x le déterminant

$$\Sigma \pm X_1 X'_2 X''_3,$$

par D_y son analogue

$$\Sigma \pm Y_1 Y'_2 Y''_3,$$

et, pour abréger, par (XY), (LM), respectivement, les quantités

$$(X_1 Y_1 + X_2 Y_2 + X_3 Y_3), \quad (L_1 M_1 + \ldots),$$

les formules (3) peuvent être écrites

$$(4) \qquad \alpha = \frac{(LM)}{(XY)^2}, \qquad \beta = D_x D_y \frac{(XY)}{(LM)^2},$$

d'où résulte

$$\alpha^2 \beta = \frac{D_x D_y}{(XY)^3}, \qquad \alpha \beta^2 = \frac{D_x^2 D_y^2}{(LM)^3};$$

celles-ci, jointes à (3), rendent identiques les relations (2).

» Soit maintenant donnée une équation différentielle

$$(5) \qquad y'' + 3ay'^2 + 3by' = 0,$$

où a et b sont des fonctions de x et y. Si elle appartient à la catégorie précédemment définie, les deux formules

$$(6) \qquad \frac{2\,\partial b}{\partial y} - \frac{\partial a}{\partial x} = \alpha, \qquad \frac{\partial b}{\partial y} - \frac{2\,\partial a}{\partial x} = \beta,$$

avec le système (2), en donnent une preuve immédiate.

» Cette constatation faite, l'intégration se fait comme il suit : je calcule une fonction P,

$$(7) \qquad 3\mathrm{P} = \frac{\partial^2 \log(\alpha\beta)}{\partial x^2} - \frac{1}{3}\left[\left(\frac{\partial \log\alpha}{\partial x}\right)^2 + \frac{\partial \log\alpha}{\partial x}\,\frac{\partial \log\beta}{\partial x} + \left(\frac{\partial \log\beta}{\partial x}\right)^2\right],$$

qui toujours est indépendante de y, en vertu des équations (2), puis une autre fonction Q, à l'aide de l'équation suivante

$$(8) \qquad \frac{\partial^3 \mathrm{H}}{\partial x^3} + 3\mathrm{P}\,\frac{\partial \mathrm{H}}{\partial x} + (3\mathrm{P}' - \mathrm{Q})\mathrm{H} = 0,$$

où je prends $\mathrm{H} = (\alpha\beta^2)^{-\frac{1}{3}}$, et il arrive encore que la variable y ne peut entrer dans Q, d'après les équations (2).

» Cela étant, je cherche les solutions de l'équation (8), considérée comme déterminant H. L'une d'elles est, on l'a vu,

$$(9) \qquad (\alpha\beta^2)^{-\frac{1}{3}} = \mathrm{D}_x^{-\frac{2}{3}}\mathrm{D}_y^{-\frac{2}{3}}(\mathrm{LM});$$

y n'y figurant que comme un paramètre, ses dérivées partielles relatives à cette variable sont aussi des solutions de (8); or le groupe suivant

$$\mathrm{L}_1\,\mathrm{D}_x^{-\frac{2}{3}}, \quad \mathrm{L}_2\,\mathrm{D}_x^{-\frac{2}{3}}, \quad \mathrm{L}_3\,\mathrm{D}_x^{-\frac{2}{3}}$$

s'en déduit, et l'intégrale générale de l'équation proposée (1) s'exprime alors de cette manière

$$(10) \qquad 0 = \frac{\partial}{\partial x}\left[\mathrm{D}_x^{-\frac{2}{3}}\,\frac{(\mathrm{C}_1\mathrm{L}_1 + \mathrm{C}_2\mathrm{L}_2 + \mathrm{C}_3\mathrm{L}_3)}{(\alpha\beta^2)^{-\frac{1}{3}}}\right];$$

C_1, C_2, C_3 sont des constantes arbitraires.

» Au reste, il n'est pas même nécessaire de procéder à la formation effective de l'équation (8) : je m'en suis servi pour établir la formule (10), mais le calcul de ses intégrales

$$(11) \qquad \mathrm{LD}_x^{-\frac{2}{3}}$$

se fait, comme on l'a vu, sans utiliser les expressions de P et Q; il suffit de savoir qu'elles ne renferment pas y.

» Soit, par exemple, à intégrer l'équation

$$(12) \qquad \frac{d\log}{dx}\left[\frac{y^2 y'}{x^2}\right] + \frac{6(x^2 - y^2 y')}{x^3 + y^3} = 0;$$

on s'assure d'abord qu'elle appartient à la catégorie dont il s'agit; les fonctions α et β sont ici égales entre elles et l'on a

$$\alpha = \frac{-6x^2y^2}{(x^3+y^3)^2},$$

ce qui satisfait bien au système (2). Les fonctions telles que (11) sont, pour ce cas,

$$x^4, \quad x \quad \text{et} \quad \frac{1}{x^2};$$

j'en déduis cette intégrale de (12)

$$0 = \frac{\partial}{\partial x}\left[\frac{C_1 x^4 + C_2 x + C_2 x^{-2}}{x^4 y^{-2} + 2xy + y^4 x^{-2}}\right]$$

et, suppression faite d'un facteur commun à tous les termes dans le résultat développé, je trouve

$$C_1 x^3 y^3 + C_2(y^3 - x^3) + C_3 = 0;$$

la vérification est des plus simples.

» Les propositions énoncées dans la présente Note se rattachent à une théorie beaucoup plus générale, qui fera, si l'Académie veut bien le permettre, l'objet d'une autre Communication. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales algébriques des problèmes de la Dynamique.* Note de M. **G. Kœnigs**, présentée par M. Darboux.

« MM. Bertrand, Massieu, Bour, O. Bonnet, M. Lévy se sont occupés des intégrales algébriques des problèmes de la Dynamique; ces recherches portent principalement sur le cas des lignes géodésiques, et elles supposent toutes que l'intégrale algébrique considérée : 1° est algébrique *par rapport aux composantes des vitesses;* 2° qu'elle est même non seulement algébrique, mais encore *rationnelle* par rapport à ces vitesses.

» Le cas général peut paraître, au premier abord, beaucoup plus compliqué. Je me propose de montrer ici comment le cas d'une intégrale algébrique irrationnelle rentre *toujours* et *nécessairement* dans le cas de la rationnalité : 1° même lorsque l'intégrale des forces vives n'a pas lieu; 2° même si l'intégrale est algébrique par rapport à quelques-unes des composantes des vitesses seulement, ou par rapport à quelques-unes des coordonnées, et cela *sous une condition extrêmement simple et générale* imposée à l'équation aux dérivées partielles de Jacobi.

» Si l'intégrale des forces vives existe et qu'on la représente par

$$f(q_1, q_2, \ldots, q_n; p_1, p_2, \ldots, p_n),$$

on sait que l'équation

$$(f, \Phi) = 0 \qquad \text{(A)}$$

exprime la condition nécessaire et suffisante pour que

$$\Phi(q_1, q_2, \ldots, q_n; p_1, p_2, \ldots, p_n)$$

soit une intégrale.

» Si, au contraire, l'intégrale des forces vives n'existe pas, il existe du moins une fonction $f(t, q_1, q_2, \ldots, q_n; p_1, p_2, \ldots, p_n)$ qui contient le temps, et telle que l'équation

$$\frac{\partial \Phi}{\partial t} + (f, \Phi) = 0 \qquad \text{(B)}$$

exprime la condition nécessaire et suffisante pour que

$$\Phi(t, q_1, q_2, \ldots, q_n; p_1, p_2, \ldots, p_n),$$

qui contient généralement le temps, soit une intégrale. Je laisse de côté tous les problèmes de Mécanique auxquels la méthode de Jacobi ne serait pas applicable.

» Je conviens de représenter généralement par $\theta(\Phi) = 0$ la condition pour que Φ soit une intégrale; $\theta(\Phi) = 0$ sera (A) dans un cas, et (B) dans l'autre. On peut ainsi les comprendre tous les deux dans un même raisonnement.

» Cela posé, *je suppose que la fonction f*, de l'un ou l'autre cas, *dépende rationnellement* de L'UNE des quantités $q_1, q_2, \ldots, q_n; p_1, p_2, \ldots, p_n$, quantité que je représenterai par ω; j'énonce alors le théorème suivant :

» *S'il existe une intégrale Φ algébrique et irrationnelle par rapport à ω, on*

pourra toujours exprimer Φ *à l'aide d'un nombre limité d'intégrales non seulement algébriques*, MAIS ENCORE RATIONNELLES *par rapport à* ω.

» Soit, en effet,

$$(1) \qquad U = F_m \Phi^m + F_{m-1} \Phi^{m-1} + \ldots + F_1 \Phi + F_0 = 0$$

l'équation algébrique qui définit Φ, et où les F_i sont des polynômes entiers en ω, dont les coefficients dépendent d'une façon quelconque des autres quantités q et p. On peut toujours supposer U irréductible, c'est-à-dire non divisible par un polynôme entier en Φ, dont les coefficients soient rationnels en ω.

» Puisque l'on a identiquement $U = 0$, on a aussi

$$\theta(U) = 0$$

ou, en développant,

$$0 = \frac{\partial U}{\partial \Phi} \theta(\Phi) + \theta(F_m)\Phi^m + \theta(F_{m-1})\Phi^{m-1} + \ldots + \theta(F_1)\Phi + \theta(F_0) = 0.$$

Cela permet de mettre l'équation $\theta(\Phi) = 0$ sous la forme

$$(2) \qquad \theta(F_m)\Phi^m + \theta(F_{m-1})\Phi^{m-1} + \ldots + \theta(F_1)\Phi + \theta(F_0) = 0.$$

Les coefficients de (2) sont rationnels en ω, et, pour toute valeur de ω, les équations (1) et (2) ont une racine commune; l'irréductibilité de U exige alors que toutes les racines de (1) appartiennent à (2) ou, à cause de l'égalité des degrés, que les coefficients de (1) et (2) soient proportionnels; on trouve ainsi

$$(3) \qquad \frac{\theta(F_m)}{F_m} = \frac{\theta(F_{m-1})}{F_{m-1}} = \ldots = \frac{\theta(F_1)}{F_1} = \frac{\theta(F_0)}{F_0}.$$

Comme on a identiquement

$$\theta\left(\frac{u}{v}\right) = \frac{v\theta(u) - u\theta(v)}{v^2},$$

on déduit des équations (3) que les rapports

$$\alpha_0 = \frac{F_0}{F_m}, \qquad \alpha_1 = \frac{F_1}{F_m}, \qquad \ldots, \qquad \alpha_{m-1} = \frac{F_{m-1}}{F_m}$$

vérifient l'équation

$$\theta(\alpha) = 0$$

et sont m intégrales (*rationnelles en* ω) du problème de Dynamique. L'intégrale Φ s'exprime au moyen de ces intégrales par l'équation

$$\Phi^m + \alpha_{m-1}\Phi^{m-1} + \ldots + \alpha_1\Phi + \alpha_0 = 0.$$

» On doit ajouter les remarques suivantes :

» 1° Si Φ est une intégrale et ne se réduit pas à une constante numérique, il faut que l'une au moins des intégrales α soit une intégrale effective, c'est-à-dire ne se réduise pas à une constante numérique ;

» 2° Si l'intégrale des forces vives existe et que Φ soit distincte de cette intégrale, il faut que l'une au moins des intégrales rationnelles α soit distincte de celle des forces vives, c'est-à-dire ne soit pas une simple fonction de l'intégrale des forces vives.

» Nous n'avons pas besoin de détailler ici toutes les applications de ce théorème général. Considérons seulement le cas si général où l'intégrale des forces vives existe, et où f est une forme quadratique par rapport aux quantités p. On voit tout de suite que, dans l'étude des intégrales algébriques par rapport aux p (ou même à une portion des p), on peut s'en tenir au cas de la rationnalité, sans porter la moindre atteinte à la généralité. Seulement, on voit aussi qu'il y a lieu de s'occuper des problèmes de Dynamique qui admettraient non seulement une seconde intégrale algébrique, mais un plus grand nombre.

» Cette question n'existe évidemment pas pour le cas des géodésiques, puisqu'il n'y a pas lieu de chercher plus de deux intégrales distinctes.

» A cause de cela, on peut dire qu'au point de vue algébrique les recherches de Bour et de M. Maurice Lévy sur les géodésiques à intégrales rationnelles offrent toute la généralité voulue. »

M. **Martin** adresse, de Loudun, une Note sur un appareil reproduisant les mouvements des corps célestes.

M. **L. Hugo** adresse une Note sur les formes géométriques des grêlons tombés à Paris le 23 août.

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

———

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 30 aout 1886.

La pathologie des races humaines et le problème de la colonisation; par J. Orgeas. Paris, O. Doin, 1886; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey pour le concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1887.)

Discussions et Tables de positions géographiques dans les mers des Indes et de la Chine; par M. Caspari. Paris, Impr. nationale, 1886; in-8°. (Extrait des *Annales hydrographiques*.) (Présenté par M. Bouquct de la Grye.)

Publications of the Washburn observatory of the University of Wisconsin; vol. IV. Madison, Wisconsin, 1886; in-8° relié.

Report of the Board on behalf of United States executive departments at the international exhibition, held at Philadelphia, Pa., 1876, *under acts of Congress of march* 3, 1875, *and may* 1, 1876; in two volumes. Washington, Government printing Office, 1884; 2 vol. in-8° reliés.

Department of the Interior. Bulletin of the United States geological Survey; n°s 24, 25, 26. Washington, Government printing Office, 1885; 3 livr. in-8°.

Proceedings of the american Association for the advancement of Science, thirty-third meeting held at Philadelphia, Penn, september 1884. Salem, published by the permanent Secretary, 1885; 2 vol. in-8°.

Second Armagh catalogue of 3300 *stars for the epoch* 1875, *deduced from observations made at the Armagh observatory during the years* 1859 *to* 1883, *under the direction of the late T. R. Robinson, ander prepared for publication by his successor* J.-L.-E. Dreyer. Dublin, Alex. Thom, 1886; in-8° relié.

Transactions of the seismological Society of Japan; vol. IX, Part. I et II, 1886. Yokohama, 1886; 2 livr. in-8°.

Introduzione allo studio del Calcolo; per L. Barbera. Bologna, tipogr. G. Cenerelli, 1881; in-8°.

I Simplicii contemporanei ovvero critica del Calcolo infinitesimale; per L. Barbera. Bologna, tipogr. G. Cenerelli, 1883; in-8°.

O. Comes. *La cancrena umida del cavolo-fiore* (Brassica oleracea botrytis). — *Sulla malsania manifestatasi nel* 1884 *nelle viti ed in altre piante del*

Napolitano e sul modo di provvedervi. — Sulla rhizomorpha necatrix di R. Hartig e sulla dominante malattia degli alberi; 3 br. in-8°. (Estratto dall' *Annuario della R. Scuola superiore d'Agricoltura in Portici.*)

Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz; 24 Lieferung. Texte et Atlas. Bern, Schmid, Francke et C°, 1886; in-4°.

Resultados del observatorio nacional argentino en Cordoba bajo la direccion del Dr BENJAMIN-A. GOULD, Juan-M. Thome director, vol. V. *Observaciones del año* 1874. Buenos-Aires, 1886; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 SEPTEMBRE 1886.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Berthelot** présente à l'Académie un exemplaire d'un Volume portant pour titre « Hommage à M. Chevreul, à l'occasion de son centenaire, 31 août 1886 », et s'exprime comme il suit :

« C'était un usage dans nos vieilles Universités de célébrer les solennités académiques par la publication de travaux scientifiques et littéraires, spécialement imprimés pour cette occasion : cette coutume n'a pas cessé d'être en vigueur dans les Universités étrangères. Le centenaire de M. Chevreul, qui relie d'une façon si glorieuse et si sympathique la Science française d'aujourd'hui avec celle de nos ancêtres, nous a paru fournir une occasion toute naturelle de faire revivre cette antique tradition. Quelques-uns des savants français de la nouvelle génération, MM. Ch. Richet, G. Pouchet, E. Grimaux, E. Gautier, Dujardin-Beaumetz, E. Demarçay et moi-même, nous en avons pris l'initiative.

» M. Alcan, éditeur, a bien voulu exécuter à ses frais ce petit Volume, avec une élégance et un soin exceptionnels. C'est en son nom et en celui

des savants qui viennent d'être nommés que le Volume a été offert à notre cher et vénéré Maître.

» En le déposant sur le Bureau de l'Académie, je demande la permission d'en reproduire la dédicace :

« MONSIEUR ET VÉNÉRÉ CONFRÈRE,

» La meilleure manière d'honorer un savant et un homme qui a travaillé pendant un siècle, c'est de lui offrir l'hommage des travaux poursuivis d'après lui et sous son inspiration. Ceux que vous avez inspirés sont innombrables et ont occupé plusieurs générations de chimistes. Nous espérons que vous voudrez bien accepter ce Volume en témoignage de la reconnaissance des hommes de l'époque actuelle. Ils ont choisi pour parler en leur nom un ouvrier de la dernière heure, l'un de ces étudiants laborieux dont vous êtes le Doyen .»

CHIMIE. — *Fluorescence des composés du manganèse, soumis à l'effluve électrique dans le vide.* Note de M. LECOQ DE BOISBAUDRAN.

« Parmi les fluorescences que j'ai eu l'occasion d'observer et dont je n'ai trouvé la description nulle part, celles des composés du manganèse sont particulièrement remarquables, tant à cause de la variété et de l'éclat de leurs couleurs que par leur résolution spectrale en une bande caractéristique qui varie d'aspect et de position avec la nature de la substance manganésifère.

» 1° Le sulfate de manganèse seul (préalablement chauffé au rouge sombre, suivant le procédé imaginé par M. Crookes pour les terres rares), ne fluoresce pas sensiblement dans le vide.

» L'oxyde Mn^3O^4, provenant du carbonate calciné, ne donne rien.

» 2° Le sulfate de chaux seul ne fournit (après avoir été porté au rouge sombre) qu'une faible fluorescence à spectre continu; mais, quand il renferme un peu de MnO, SO^3, il s'illumine d'une magnifique teinte verte. Une trace de manganèse suffit pour produire cette fluorescence. Avec $\frac{1}{100}$ de MnO, SO^3 la fluorescence est très belle, et superbe avec $\frac{1}{20}$. Le spectre est pour ainsi dire continu; cependant il ne contient presque pas de rouge, non plus que de violet : c'est donc plutôt une très large bande commençant d'une façon indécise vers $\lambda = 660$, ayant son maximum d'intensité vers 540 et se terminant très vaguement entre le bleu et le violet.

» Le carbonate de chaux (non préalablement chauffé) ne s'illumine presque pas dans le vide; mais, après forte calcination, il produit une fluo-

rescence un peu variable suivant les préparations, mais généralement d'un violet bleu sur les points les plus directement soumis à l'action de l'électrode, violette un peu plus loin, enfin d'un vert bleuâtre à une distance supérieure [1]. Les spectres de ces fluorescences sont continus [2].

» Avec le même carbonate de chaux rendu légèrement manganésifère on obtient (après forte calcination) une magnifique fluorescence jaune orangé. Ici la lumière se condense en une brillante bande spectrale commençant, nébuleuse (mais pas vague), à $\lambda = 670$ environ, ayant son maximum d'intensité vers 589, la fin de son éclairage principal vers 553, et se perdant vaguement vers 526. Avec $\frac{1}{100}$ de MnO, la fluorescence jaune orangé est très belle; elle constitue une réaction qui paraît être encore plus sensible que celle de la fluorescence verte de

$$CaO, SO^3 + MnO, SO^3.$$

» 3° Le sulfate de magnésie seul (chauffé un instant au rouge sombre) ne m'a donné qu'une faible fluorescence d'un blanc verdâtre, à spectre continu, mais une petite proportion de MnO, SO^3 lui communique la propriété de fluorescer en rouge magnifique. Le spectre se compose d'une belle bande qui commence, nébuleuse, à $\lambda = 672$ environ, possède son maximum d'éclat vers 620, la fin de son éclairage principal vers 583, et se perd vaguement vers 554.

» Du carbonate de magnésie pur n'a pas donné de fluorescence notable, après forte calcination.

» Le même carbonate de magnésie contenant un peu de carbonate de manganèse et fortement calciné fournit mêmes fluorescence et bande que $MgO, SO^3 + MnO, SO^3$.

» 4° L'oxyde de zinc, pur ou manganésifère et calciné, ne m'a pas donné de fluorescence notable.

» Avec du sulfate de zinc seul, je n'ai obtenu, après calcination au rouge sombre, qu'une faible fluorescence rose pâle. Spectre continu.

» Le même sulfate de zinc contenant un peu de MnO, SO^3 produit,

---

(1) Les sels de chaux réputés purs sont rarement exempts de strontiane et la strontiane possède une belle fluorescence bleue. Je me suis assuré que le CaO, CO^2 actuel contient une légère trace de SrO, CO^2.

(2) Les spectres que j'appelle ici *continus* ne s'étendent pourtant pas sur toute l'échelle spectrale; ce sont, en réalité, de larges bandes très diffuses qui s'avancent plus ou moins vers le rouge ou le violet, suivant la couleur de la fluorescence.

après chauffage au rouge sombre, une magnifique fluorescence d'un rouge un peu moins orangé que celui de $MgO, SO^3 + MnO, SO^3$. Une belle bande spectrale commence, nébuleuse, à $\lambda = 672$ environ, a son maximum d'éclat vers 628, la fin de son éclairage principal vers 560, et s'éteint vaguement vers 538.

» 5° L'oxyde de cadmium, seul ou uni à l'oxyde de manganèse et calciné, n'a rien montré de notable.

» Du sulfate de cadmium, réputé pur, n'a donné, après avoir été porté au rouge sombre, qu'une très légère fluorescence d'un blanc jaune-verdâtre. On voit au spectroscope une sorte de bande, faible, large et diffuse, qui a son maximum d'intensité dans le jaune-vert et paraît indiquer la présence d'une trace *extrêmement petite* de manganèse, soit dans le $CdCl^2$ d'où j'étais parti, soit dans l'acide SH^2O^4 qui avait servi à la sulfatation.

» Avec le même sulfate de cadmium, additionné d'un peu de $MnOS, O^3$; on a une *éclatante* fluorescence d'un vert jaune et une très large bande spectrale commençant vaguement vers $\lambda = 662$, ayant son maximum d'intensité vers 559, la fin de son éclairage principal vers 495, et se perdant très vaguement vers 456. C'est la plus brillante des fluorescences du manganèse que j'aie obtenue.

» 6° Le sulfate de strontiane seul, préalablement chauffé au rouge sombre, produit une assez pâle fluorescence d'un violet-lilas clair. Spectre continu.

» Le même sulfate de strontiane contenant un peu de manganèse fluoresce assez faiblement en violet rose clair; la teinte est moins bleue que celle de SrO, SO^3 seul. Spectre continu.

» L'oxalate (ou le carbonate) de strontiane paraissant pur possède (après forte calcination) une très belle fluorescence bleue, moins violette que celle du CaO, CO^2 calciné et infiniment plus intense. Les points éloignés du centre d'action de l'électrode sont d'un violet un peu sombre. Spectre continu.

» Le même oxalate de strontiane, rendu manganésifère, donne (après forte calcination) une très belle fluorescence bleue, à teinte légèrement plus violette que celle de SrO seule. Les points un peu éloignés de l'électrode sont violets. Le spectre de la lumière bleue est continu, mais celui de la fluorescence violette contient une bande diffuse, modérément éclairée, commençant vaguement vers $\lambda = 619$, ayant son maximum de lumière vers 562 et se terminant d'une façon indécise vers 519. On aperçoit, du côté de l'indigo, une trace de bande faible, large et très diffuse.

» Ainsi, contrairement à ce qu'on observe avec

$$CaO,\ CaO\,SO^3,\ MgO\,SO^3,\ MgO,\ ZnO\,SO^3\ \text{ et }\ CdO\,SO^3,$$

l'introduction du manganèse dans SrO et SrO, SO^3 ne modifie pas beaucoup la fluorescence de ces corps.

» 7° Le sulfate de plomb seul, préalablement porté au rouge sombre, fluoresce assez faiblement en bleu violet clair. Spectre continu.

» Si le même PbO, SO^3 contient un peu de MnO, SO^3, il produit une fluorescence d'un joli jaune. Les points éloignés de l'électrode sont un peu plus orangés. Le spectre consiste en une bande commençant vaguement vers $\lambda = 656$, ayant son maximum d'éclat vers 582 à 576 et se terminant vaguement vers 531 à 526.

» De l'oxyde de plomb manganésifère, modérément ou fortement calciné, ne m'a pas donné de fluorescence notable.

» 8° Du sulfate de glucine, supposé pur, a produit (après chauffage au rouge sombre) une fluorescence verte d'intensité modérée. Spectre continu.

» Avec le même sulfate de glucine contenant un peu de MnO, SO^3 on a une assez jolie fluorescence, notablement plus intense que celle du sulfate de glucine seul, mais cependant pas très brillante. La lumière, d'un vert beaucoup plus jaune que celui du sulfate de glucine, se résout en une bande spectrale (d'éclat assez modéré) qui commence d'une façon indécise vers $\lambda = 669$, atteint son maximum d'éclairage vers 564 et se termine très vaguement vers 484 à 480. Au sein d'un excès de sulfate de glucine, la fluorescence du manganèse ne se développe donc pas considérablement.

» Dans les précédentes observations, j'ai surtout cherché à constater les effets dus à la présence du manganèse; je ne décris donc qu'à titre de simple renseignement les fluorescences particulières des corps dans un excès desquels on a introduit l'oxyde ou le sulfate de manganèse. Je me suis servi de matières relativement très pures, mais on sait combien peu de substance étrangère active suffit pour modifier sensiblement une fluorescence qui n'est pas elle-même très intense.

» La fluorescence de certains de ses composés est une réaction extraordinairement sensible du manganèse et permet de déceler des traces impondérables de ce métal dans des substances naturelles ou artificielles qui, autrement, paraîtraient en être exemptes. »

MÉMOIRES LUS.

PATHOLOGIE INTERNE. — *De l'ataxie paralytique du cœur, d'origine bulbaire.* Note de M. Mariano Semmola.

(Commissaires : MM. Vulpian, Charcot et Richet.)

« Il y a dix ans, en 1876, je publiais mes premières remarques cliniques (voir *Medicina vecchia e medicina nuova;* Napoli, 1876), sur l'importance qu'il fallait accorder, dans la pathologie du cœur, au rôle du système nerveux, soit comme facteur aggravant les effets d'un vice organique quelconque, soit comme capable à lui seul de troubler les fonctions cardiaques, au point de produire des troubles analogues à ceux des maladies organiques du cœur les plus graves (dysystolies, dyspnée, hydropisies, stases veineuses, etc.), mais encore capables de guérison.

» En 1881, au Congrès international de médecine de Londres, je formulais plus nettement l'existence d'une cardiopathie produite lentement par des troubles de l'innervation bulbaire et des ganglions cardiaques, laquelle me semblait devoir mériter une étude spéciale, constituant un type clinique pouvant être appelé : *ataxie paralytique du cœur, d'origine bulbaire* (1).

» Les résultats de mes observations ultérieures sur ce sujet constituent le but de cette Communication, dans laquelle je me bornerai à résumer les points essentiels. Je noterai avant tout que, pour rendre mes observations cliniques mieux démonstratives, j'ai fixé l'attention principalement sur les sujets chez lesquels il n'y avait pas eu de symptômes de vice rhumatismal ou goutteux ou syphilitique, etc., pour me mettre à l'abri de l'existence des processus artériels, quelquefois bien latents, capables de modifier l'appréciation des troubles fonctionnels.

» 1° Lorsque des causes épuisantes, et principalement les frayeurs et les excès vénériens, frappent l'organisme masculin d'une façon habituelle entre 45 et 60 ans, à part l'ébranlement général du système nerveux, on voit se développer une double série de troubles fonctionnels, les uns appar-

(1) Voir *Transactions of the international medical Congress*, seventh session, London, august 1881.

Annali clinici italiani, diretti dal professor Concato, 1883.

Annales de névropathologie de Charcot; Paris, 1885.

tenant à l'estomac et les autres au cœur. Ce sont les premiers qui ouvrent la scène, avec des formes dyspeptiques rebelles, tantôt isolées, tantôt suivies de catarrhe gastrique. Les troubles du cœur suivent plus lentement et se bornent, au début, à un affaiblissement de la systole cardiaque, avec simple accélération des battements. Cette période, que j'appellerai *période prodromique*, peut durer très longtemps (même jusqu'à deux ou trois ans) avec des alternatives d'amélioration et de retour en rapport avec les causes : elle démontre seulement l'insuffisance de réparation des centres nerveux, c'est-à-dire l'épuisement du vague et des ganglions nerveux qui président à la fonction du cœur.

Cette période prodromique est parfaitement susceptible de complète guérison, si l'individu écoute les conseils du médecin et consent à l'éloignement absolu des causes et au repos relatif le plus complet du cœur.

» 2° Si, au contraire, les causes persistent, la maladie entre dans sa période confirmée, mais encore guérissable dans plusieurs des cas, et les individus commencent à voir apparaître des troubles bien autrement graves, dans l'ordre suivant :

» A. Accès de palpitations, de dysystolie et de troubles respiratoires, succédant immédiatement à chaque nouvelle cause, et de durée variable.

» B. Développement d'une coloration marbrée sur les mains, sur l'avant-bras, sur les jambes et surtout en correspondance avec les articulations des doigts et des genoux. Ce sont des stases névro-paralytiques, qui n'ont aucun rapport avec les désordres mécaniques de la circulation centrale, c'est-à-dire avec les stases veineuses qui accompagnent certaines maladies organiques du cœur dans leur période non compensée. En effet, avec ces colorations marbrées cyanotiques, il n'existe pas le moindre œdème. Je considère ce symptôme comme caractéristique et différenciel. Il démontre que l'épuisement bulbaire ne se borne pas, dans ces cas, au noyau du pneumo-gastrique, mais s'exerce aussi sur le centre principal de l'innervation vaso-motrice.

» C. Une anxiété respiratoire qui se développe avec la plus grande facilité lorsque l'individu se fatigue, et même simplement lorsqu'il monte un escalier.

» L'auscultation de la poitrine montre l'existence de râles crépitants à la base des poumons, en rapport avec une stase qui paraît avoir la même origine névro-paralytique que les colorations cyanotiques marbrées.

» D. Accès de suffocation qui réveillent le malade à peine endormi et le forcent à s'asseoir en se plaignant d'une sorte de râle sifflant au gosier.

Cette gêne se dissipe bientôt par la station assise, et la respiration redevient presque normale.

» Ce trouble se distingue facilement des accès d'étouffement qui surviennent pendant la nuit aux cardiaques pour vice organique, soit par l'absence d'une vraie dyspnée, soit par la durée très passagère, soit enfin principalement parce que la percussion et l'auscultation la plus rigoureuse ne permettent de reconnaître aucun changement appréciable du cœur. Cette espèce de trouble respiratoire serait causée, selon moi, par l'anémie qui suit le sommeil, sous l'influence de laquelle les centres bulbaires de la respiration, qui sont déjà épuisés, le deviennent davantage, de sorte que des effets paralytiques surviennent, en rapport avec le *récurrent*.

» E. Un œdème commence à se montrer aux pieds : il constitue l'ouverture de la période terrible de la maladie. La dysystolie devient permanente, et bientôt se développent tous les symptômes les plus graves des maladies organiques du cœur non compensées (hydropisie, stases veineuses, dyspnée, etc.)

» A cette époque et lorsque les faits de l'hydropisie ne sont pas encore très envahissants, l'auscultation du cœur révèle un petit changement dans ses tons; dans plusieurs cas, l'on peut constater un souffle au premier temps, sur le foyer de la mitrale ou de la tricuspide, que j'ai cru pouvoir rapporter à un défaut de contraction des muscles tenseurs des valvules. Ce ne sont certainement pas des bruits organiques; car, si l'on parvient à faire disparaître l'hydropisie par un traitement énergique, le souffle disparaît complètement. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. F. Ledé soumet au jugement de l'Académie une étude statistique sur « les nourrices; recherches sur les départements d'origine, l'âge, l'âge du lait, la situation civile, etc. »

(Renvoi au Concours de Statistique.)

M. D. Sautet adresse une Note relative aux maladies de la vigne.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. Sacc adresse, de Cochabamba, une Note relative au *Bejuco*, plante

employée dans les pays équatoriaux contre la morsure des serpents venimeux.

(Renvoi à l'examen de M. Chatin.)

M. A. **Buisine** adresse une nouvelle Note sur les transformations qui se produisent dans les eaux de suint.

(Renvoi à l'examen de M. Peligot.)

CORRESPONDANCE.

M. G. **Govi** fait hommage à l'Académie de trois Opuscules qu'il vient de publier, en langue italienne.

Le premier se rapporte à un épisode important de la vie de Galilée. Quelques-uns ont prétendu que l'inimitié des Jésuites contre le célèbre Florentin datait d'une lettre qu'il avait écrite à son frère en 1606, et dans laquelle il s'était montré fort joyeux du départ, ou, pour mieux dire, de l'expulsion des Jésuites de Venise, à l'occasion de l'*Interdit* de Paul V. Cette lettre existe; elle a été publiée intégralement et elle ne marque pas le plus léger sentiment de satisfaction à propos du départ des Jésuites, dont elle se borne à raconter le renvoi avec quelques détails.

On pouvait, cependant, supposer que les détails donnés par Galilée n'étaient pas exacts et cachaient peut-être quelque accusation non fondée. Or, M. Govi vient de découvrir et de publier la relation authentique de cet *Exode*, envoyée de Ferrare au général de l'Ordre, à Rome, par le recteur de la Maison Professe de Venise, aussitôt après l'expulsion, et cette relation confirme de tous points ce que Galilée en avait écrit à son frère. Ainsi donc, pas de satisfaction exprimée, pas de circonstances aggravantes, inventées à plaisir contre la Célèbre Compagnie...; il faut chercher ailleurs l'origine d'une inimitié que les doctrines professées par Galilée, ses découvertes, sa grande amitié pour le fameux Paul Sarpi, son opposition aux Pères Scheiner et Grassi, sa victoire contre la Philosophie et le jargon des Péripatéticiens, qui était alors le langage officiel de la Théologie, suffisent amplement à expliquer.

Dans un second Opuscule, M. Govi décrit une lentille plan-convexe, travaillée par Torricelli (entre 1644 et 1647), qu'il vient de retrouver dans le cabinet de Physique de l'Université de Naples. Cette lentille,

quoique en assez mauvais état, était une pièce trop curieuse et trop rare pour ne pas mériter les soins avec lesquels M. Govi en a étudié le rayon de courbure, la densité, l'indice de réfraction, la longueur focale et la position du point nodal.

Enfin, le dernier travail de M. Govi se rapporte à une lettre inédite de Volta, écrite en 1785 et relative à la théorie *Pneumatique* de Lavoisier, opposée à celle du *Phlogistique*. Le physicien de Côme n'acceptait pas alors sans restrictions la nouvelle théorie, mais il admirait déjà le génie de Lavoisier et le défendait contre les usurpations d'un Anglais nommé Lubbock, qui avait essayé de transformer l'oxygène en un nouveau principe, appelé par lui *Principe sorbile*.

M. Govi a ajouté quelques éclaircissements à ce document curieux et a rappelé surtout un passage de l'*Éloge de J.-B. Bucquet*, par Condorcet, qui attribue à ce chimiste une part beaucoup plus grande que celle qu'on lui assigne ordinairement dans la création de la Chimie moderne.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines équations différentielles du premier ordre*. Note de M. **Roger Liouville**.

« *L'équation différentielle*

$$(1)\qquad y' + a_1 y^3 + 3a_2 y^2 + 3a_3 y + a_4 = 0$$

est réductible aux quadratures, si ses coefficients $a_1, \ldots, a_4$ *et leurs dérivées* $a'_1, \ldots$ *satisfont à l'équation suivante*

$$(2)\qquad a_1 L' + KL^{\frac{5}{3}} - 3[a'_1 + 3(a_2^2 - a_1 a_3)]L = 0,$$

où par L *j'ai représenté cette combinaison*

$$(3)\qquad L = a_2 a'_1 - a_1 a'_2 + a_1(a_1 a_4 - a_2 a_3) + 2a_2(a_2^2 - a_1 a_3)$$

et par K *une constante arbitraire, qui peut s'évanouir. Il n'y a pas d'exception pour les cas où* $L = 0$, *mais il s'en présente une quand* y^3 *disparaît de l'équation proposée*.

» Dans toutes les transformations ainsi définies

$$\frac{dx_1}{dx} = f(x), \qquad y = y_1 \varphi(x),$$

l'expression L et le premier membre de (2) sont des *invariants*. Il est facile de trouver les propriétés auxquelles ils se rattachent.

» L = o signifie que, par une substitution telle que celle-ci :

$$\eta = \lambda y^2 + \mu y,$$

on peut parvenir à une équation semblable à (1), mais ne contenant pas le cube de l'inconnue; par la relation (2), on exprime qu'en posant

$$(4) \qquad y = Y' \varphi(x),$$

après avoir déterminé la fonction φ comme il convient, il y a pour l'équation du second ordre en Y une intégrale générale, où les constantes arbitraires figurent linéairement.

» De ce curieux caractère résulte l'intégration et voici par quel procédé :

» Si l'invariant L diffère de zéro, je puis calculer la fonction φ par la formule

$$(5) \qquad L^{\frac{1}{3}} \varphi = \text{const.}$$

» Cela fait, l'équation différentielle en Y

$$(6) \qquad Y'' + A_1 Y'^3 + 3 A_2 Y'^2 + 3 A_3 Y' + A_4 = 0$$

a ses coefficients liés par les deux relations

$$(7) \qquad A'_1 + 3(A_2^2 - A_1 A_3) = 3c, \qquad L + c_1 = 0,$$

c et c_1 étant des constantes. Soient m_1, m_2, m_3 les racines de l'équation numérique

$$(8) \qquad m^3 - 3cm + c_1 = 0$$

et, pour chaque valeur de m, soit définie par cette quadrature

$$(9) \qquad \log \frac{\psi}{A_1} = \int \left[\frac{2(A_2^2 - A_1 A_3) + A_2 m - m^2}{A_1} \right] dx$$

une fonction $\psi(x)$. L'intégrale générale de l'équation (6) s'exprime ainsi

$$(10) \qquad K_1 \psi_1(x) e^{m_1 Y} + K_2 \psi_2(x) e^{m_2 Y} + K_3 \psi(x) e^{m_3 Y} = 0,$$

avec trois arbitraires K, dont les rapports seuls interviennent; d'après (4), l'inconnue y s'en déduit immédiatement.

» Si L est nul, on déterminera φ par l'équation suivante

(11) $$\frac{\varphi'}{\varphi} = \frac{3(a_1 a_3 - a_2^2)}{a_1} - \frac{a'_1}{a'};$$

les coefficients de l'équation transformée (6) vérifient alors ces deux identités

(12) $$A'_1 + 3(A_2^2 - A_1 A_3) = 0, \qquad L = 0,$$

et, par le moyen des deux fonctions $\theta = \int \frac{dx}{a_1}$, $\vartheta = \int \frac{a_2\,dx}{a_1}$, son intégrale est représentée de cette manière

(13) $$K_1[(Y + \vartheta)^2 - 2\theta] + 2K_2(Y + \vartheta) + K_3 = 0.$$

Comme précédemment, y en résulte en vertu de (4).

» Sans aucune peine et dans tous les cas, on obtient pour cette inconnue une équation explicite, ne gardant plus aucune trace de la transformation (4), dont on a fait usage pour intégrer. Que l'on forme, en effet, trois fonctions ω, semblables à celle-ci

$$\omega_1 = \psi_2 \psi_3 \left[\frac{d \log}{dx}\left(\frac{\psi_3}{\psi_2}\right) + \frac{(m_3 - m_2)y}{\varphi}\right],$$

on déduit de (10)

(14) $$\omega_1^{m_2 - m_3} \omega_2^{m_3 - m_1} \omega_3^{m_1 - m_2} = h,$$

h étant une constante arbitraire et φ donnée par la relation (5).

» De même, on conclut de (13), quand $L = 0$,

(15) $$\frac{\varphi^2}{(a_1 y + a_2 \varphi)^2} - 2\theta = h,$$

avec la formule (11) pour déterminer φ.

» Soit, par exemple, l'équation

(16) $$y' + n\,\wp' u y^3 + 6n\,\wp u\,y^2 + (2n+1)\frac{\wp'' u}{\wp' u} y + 2(n+1) = 0;$$

j'y ai représenté par $\wp u$ la fonction elliptique de M. Weierstrass, par n un nombre quelconque; les conditions (7) sont ici satisfaites d'elles-mêmes, de sorte que $\varphi = 1$. Les racines de l'équation numérique

$$4p^3 - g_2 p - g_3 = 0$$

étant désignées par e, l'on trouve

$$m = -2ne;$$

il s'ensuit que les trois fonctions ψ s'obtiennent par la formule

$$\frac{\psi'}{\psi} = -\frac{(4ne\,p\,u + e)}{p'u},$$

et, le calcul étant fait des expressions qui en résultent pour ω, on parvient à la solution suivante

$$\frac{[2(pu-e_1)+yp'u]^{e_2-e_3}[2(pu-e_2)+yp'u]^{e_3-e_1}[2(pu-e_3)+yp'u]^{e_1-e_2}}{[(pu-e_1)^{e_3-e_2}(pu-e_2)^{e_1-e_3}(pu-e_3)^{e_2-e_1}]^n} = h.$$

de l'équation proposée (16).

» Soit encore

$$(17) \qquad y' - x^3y^3 + 3xy^2 = 0:$$

les conditions (7) sont vérifiées et, de plus, $L = 0$; la formule (15), dans laquelle $\varphi = 1$, $2\theta = x^{-2}$, donne

$$(1 - x^2y)^{-2} = 1 + hx^2,$$

c'est l'intégrale de l'équation (17).

» J'ajoute que l'expression générale des fonctions $A_1, \ldots, A_4$, satisfaisant aux identités (7), peut être obtenue d'une manière explicite. Elle résulte de ce système

$$A_1\alpha + A_2^3 - 3cA_2 + c_1 = 0,$$
$$3A_1A_3 = 3(A_2^2 - c) + A_1',$$
$$A_1A_4 = A_2' - \alpha,$$

où l'on regarde A_2 et α comme des fonctions entièrement arbitraires. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie de la dissociation et quelques actions de présence.* Note de M. G. Chaperon, présentée par M. Cornu.

« La théorie de la dissociation peut être exposée avec simplicité au moyen de certains cycles qui se forment aisément si l'on admet la possibilité de séparer, à température constante, plusieurs gaz ou vapeurs mélangés, sans dépense de travail transformable ni de chaleur. Chacun des gaz devant garder, après la séparation, la pression et le volume qu'il possédait dans l'ensemble, cette hypothèse n'est qu'une conséquence des relations connues entre les valeurs de l'énergie interne et de l'entropie dans un mélange gazeux et dans ses éléments. (On pourrait, d'ailleurs, de diverses manières,

en faire concevoir physiquement la légitimité.) Nous montrerons, par un exemple, de quelle façon simple elle permet de constituer des cycles.

» Supposons qu'une capacité de volume V contienne un poids μ d'un composé binaire gazeux, à une température où sa dissociation est sensible, et soient m et m' les poids des composantes. Dans une seconde capacité V_1, imaginons, à la même température, un autre système formé par les mêmes gaz, mais en proportions différentes μ, m, m'. D'après l'idée que l'on se fait du phénomène réversible nommé *dissociation*, nous pouvons évidemment, sans changer ces deux équilibres, transporter des poids atomiquement équivalents et infiniment petits des composants de la capacité V_1 dans V, et du composé en sens contraire de V en V_1, *ou inversement :* les affinités chimiques rétabliront, dans chaque enceinte, le rapport déterminé de la partie combinée à la partie libre. Ce transport constituant un cycle d'opérations *réversible* et *isotherme*, nous pouvons écrire que le travail total est nul. Soient, pour cela, α, β, $\alpha+\beta$ les poids atomiques et moléculaires des composants et du composé; $\frac{1}{\alpha}$, $\frac{1}{\beta}$, $\frac{2}{\alpha+\beta}$ seront les volumes de l'unité de poids (s'il n'y a pas condensation), et l'on aura [1]

$$(1) \qquad K\,dM\left(\alpha+\beta\frac{2}{\alpha+\beta}L\frac{\frac{\mu}{V}}{\frac{\mu_1}{V_1}}-\alpha\frac{1}{\alpha}L\frac{\frac{m}{V}}{\frac{m_1}{V_1}}-\beta\frac{1}{\beta}L\frac{\frac{m'}{V}}{\frac{m'_1}{V_1}}\right)=0$$

ou

$$L\frac{\mu^2}{mm'}=\text{const.}f(T),$$

formule due à M. Gibbs. On démontrerait de même la formule de M. Hortsmann et diverses autres. La fonction de la température absolue dans le second membre s'évalue aisément par un autre cycle.

» Ce même genre de raisonnement peut être appliqué aux vapeurs mélangées de liquides réagissant ou non chimiquement dans une même enceinte. Il fournit, entre autres résultats, une interprétation de quelque intérêt de certaines actions de présence. Ce sont celles des corps qui, sans prendre part apparente à une transformation chimique, permettent à une

---

(1) Le travail fourni par un poids $L\,dM$ de gaz passant d'un réservoir où la densité est d à un autre où elle est d_1 étant

$$L\,dM\times\frac{1}{273}p_0v_0TL\frac{d}{d_1}.$$

quantité indéfinie d'une ou de plusieurs autres substances de subir cette transformation, à la condition de traverser, à une température déterminée, un récipient où ils se trouvent en contact avec le corps actif. Ainsi paraissent agir beaucoup d'acides et de sels qui permettent de convertir les alcools en mélanges d'eau et d'éthers simples, et le chlorure d'aluminium dans les belles synthèses de M. Friedel.

» On peut légitimement supposer qu'une transformation de cette espèce s'accomplirait d'une façon continue si l'on introduisait les corps primitifs a, b, c, ... dans l'enceinte et si l'on en retirait les produits a_1, b_1, c_1, ... à l'état de vapeurs, par pression ou aspiration mécanique à température constante. En supposant tous les éléments liquides et volatils, on recueillerait ainsi, en passant du système $a+b+c+\ldots$ de *liquides séparés pris sous leurs tensions maxima respectives* au système $a_1+b_1+c_1+\ldots$ dans les mêmes conditions, une somme de travaux mécaniques qui se calculerait comme plus haut et serait de la forme

$$\sum K_a L \frac{p_a}{P_a} + \sum K_{a_1} L \frac{P_{a_1}}{p_{a_1}},$$

p_a, P_a étant les tensions de l'élément a à l'état isolé et dans l'enceinte où a, b, c, ..., a_1, b_1, c_1, ... sont supposés exister.

» Cela posé, on pourra toujours repasser de $a_1+b_1+c_1+\ldots$ à $a+b+c+\ldots$, par un autre mode opératoire, à des températures quelconques. On pourra donc faire entrer la transformation étudiée dans un cycle, en général non réversible, et le principe de Carnot donnera comme condition de possibilité de ce cycle (ou de la transformation)

$$(2) \qquad \sum \frac{Q_i}{T_i} + \frac{1}{T}\left(q - A\Sigma K_a L \frac{p_a}{P_a} - A\Sigma K_{a_1} L \frac{P_{a_1}}{p_{a_1}}\right) > 0 \quad (^1),$$

q étant la quantité de chaleur dégagée par la transformation de $a+b+c+\ldots$ liquides à T, en $a_1+b_1+c_1+\ldots$ dans les mêmes conditions (c'est ce que l'on nomme la quantité de chaleur mise en jeu dans la réaction).

» Or on voit que, si l'on vient à introduire dans l'enceinte où peut avoir lieu la transformation diverses substances ne prenant pas de part définitive à la réaction, mais se combinant passagèrement avec les corps en pré-

(1) $\sum \frac{Q_i}{T_i}$ représente l'ensemble des termes fournis par la transformation inverse d'espèce inconnue.

sence, ou seulement *se dissolvant* dans ces corps, *c'est-à-dire diminuant les valeurs des* P_a *ou des* P_{a_1}, l'effet de ces substances sera de changer les termes dus au travail dans l'inégalité (2), *sans faire varier* $\sum \frac{Q_i}{T_i}$ *ni* q. L'existence d'une ou plusieurs de ces substances dans l'enceinte peut donc rendre possible, au point de vue thermodynamique, une transformation qui devient impossible en supprimant cette seule condition. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur la conjugaison des Paramécies.* Note de M. E. MAUPAS, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« De nouvelles observations sur le *Paramecium caudatum* m'ont permis de constater un fait d'une grande importance, qui m'avait échappé jusqu'ici. Le corpuscule nucléolaire, échangé en pénétrant dans le corps du conjoint opposé, rencontre un autre corpuscule appartenant à ce conjoint et se fusionne avec lui. Cette fusion constitue donc un nouveau corpuscule, d'origine mixte. C'est de lui, ou plutôt de ses produits, que descendent les nouveaux nucléoles et nucleus des ex-conjugués.

» Voici, le plus brièvement possible, comment les choses se passent. Pendant le stade D (*voir* les schémas), un seul des corpuscules nucléolaires, issu des divisions antérieures, continue à évoluer et se divise de nouveau en deux. De ces deux corpuscules, l'un demeure en place, près de la bouche. Le second corpuscule, au contraire, va se placer parallèlement au grand axe des Infusoires, dans la large ouverture du vestibule prébuccal. A ce moment, cette ouverture est libre, le tube pharyngien ayant disparu. Arrivés à ce point, les corpuscules d'échange ont la forme de fuseaux striés longitudinalement.

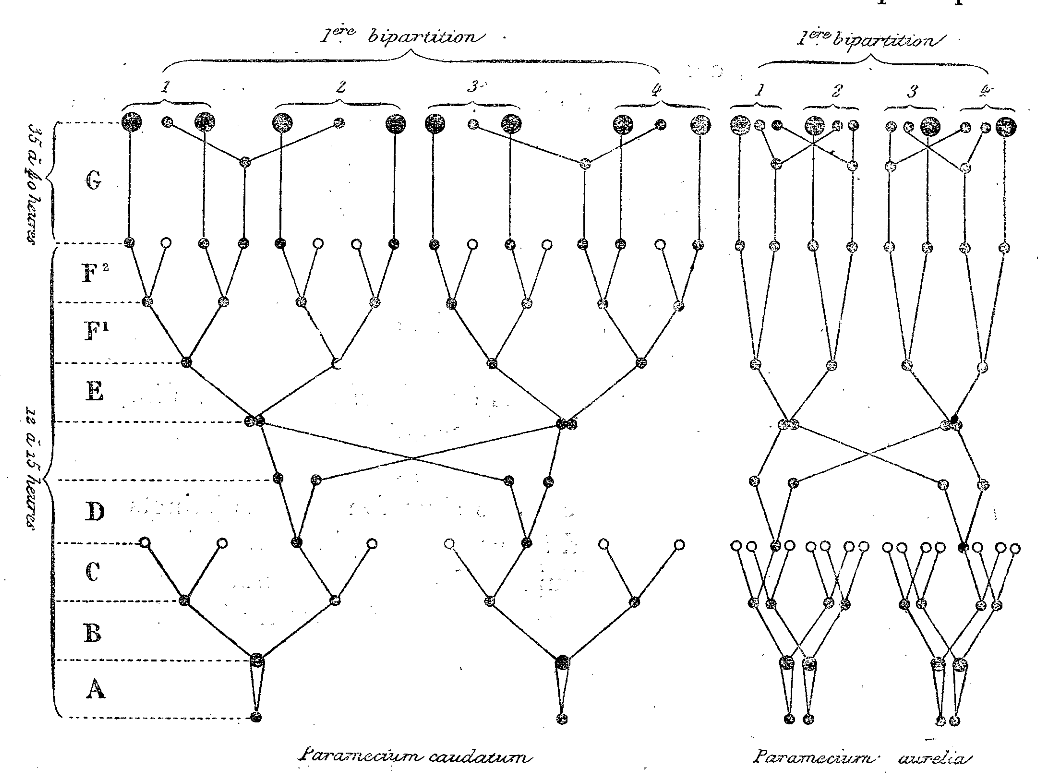
» Ainsi disposés, ces fuseaux nucléolaires s'enfoncent peu à peu dans le corps du conjoint opposé, en glissant obliquement, l'extrémité postérieure devançant un peu l'antérieure. A peine engagés dans le corps de leur nouvel hôte, ils se trouvent immédiatement attirés vers le corpuscule conservé par chacun des conjoints. Comme ce dernier a également une forme oblongue, son extrémité postérieure entre d'abord en contact avec l'extrémité postérieure du nouveau venu, puis, ils s'accolent longitudinalement et, finalement, se fusionnent. Le nouveau corpuscule résultant de cette fusion apparaît de suite avec un volume double des fuseaux antérieurs.

» Chez le *P. aurelia*, j'ai souvent observé, au début du stade E, un gros

corpuscule strié, qui n'est évidemment que le résultat d'une fusion semblable.

» Le stade A, chez les deux Paramécies, est représenté, comme chez le *Colpidium*, par un développement du nucléole en forme de corne et de croissant. La disjonction a lieu pendant la durée du stade E. Les ex-conjugués recommencent à prendre de la nourriture trois à quatre heures après s'être séparés.

» Chez le *P. caudatum*, le stade F est doublé. Il en résulte que, après



Paramecium caudatum *Paramecium aurelia*

l'échange, le corpuscule mixte et ses produits subissent trois divisions successives et donnent naissance à huit corpuscules. De ces huit corpuscules, trois sont détruits par résorption, quatre s'accroissent rapidement et reconstituent des corps nucléaires, le dernier reste à l'état de corpuscule nucléolaire. Au moment de la première bipartition fissipare, ce dernier se divise en deux et chacun des rejetons emporte avec lui deux corps nucléaires. A la deuxième bipartition, nouvelle division du nucléole et rétablissement de l'état normal, chaque rejeton n'ayant plus qu'un nucleus.

Chez le *P. aurelia*, l'état normal se trouve rétabli dès la première bipartition.

» Les durées de temps données par les auteurs sont, en général, fort exagérées. Celles que j'ai inscrites sur les schémas correspondent à une température de 24° à 25°C. En hiver, avec une température de 15° à 16°C., j'ai vu la période conjuguée durer vingt-quatre heures; celle de reconstitution, de quarante-cinq à cinquante heures.

» Le nucleus primitif, ainsi que je l'ai dit, se fragmente et se détruit en totalité par résorption. La fragmentation est préparée par le développement en longs cordons sinueux et contorsionnés, décrits par les auteurs. Chez le *P. aurelia*, cet état pré-fragmentaire est déjà effectué dès le stade D; chez le *P. caudatum*, il n'apparaît que vers le milieu du stade F.

» Dans ma précédente Note, j'ai dit que l'orifice servant à l'échange des corpuscules nucléolaires chez l'*Euplotes patella* disparaissait en se détruisant par résorption. Cela n'est pas entièrement exact; car ses membranelles persistent et, par une nouvelle évolution, vont remplacer les anciennes membranelles frontales des ex-conjugués. Cette substitution ainsi que le renouvellement de tous les cirres sont complètement achevés environ quatre heures après la disjonction.

» La conjugaison, telle que je viens de la décrire, nous explique enfin la vraie signification du nucleus et du nucléole des Infusoires. Les Ciliés et les Acinétiens sont les seuls êtres vivants chez lesquels on ait constaté l'existence de deux éléments nucléaires si profondément distincts l'un de l'autre. Cette dualité correspond à une division du travail physiologique de l'appareil nucléaire. Aujourd'hui nous savons que le nucleus est l'agent principal, sinon unique, de la fécondation sexuelle. Chez les Ciliés, cette fonction s'est isolée et localisée dans le nucléole, qui représente un appareil sexuel hermaphrodite. A l'état de repos, ne jouant aucun rôle, il est réduit à une extrême petitesse. Mais, aux époques de maturité sexuelle, il prend un développement considérable et passe par une série d'évolutions, rappelant la fécondation sexuelle des êtres supérieurs dans ses traits essentiels et généraux. Nous y voyons, en effet, une élimination de corpuscules de rebut, la distinction en un élément à féconder et un élément fécondateur, ce dernier transmis par échange réciproque d'un conjoint à l'autre, puis enfin la conjonction et la fusion de ces deux éléments, reconstituant un nucleus mixte semblable à celui de l'œuf fécondé. Les phénomènes évolutifs antérieurs à l'échange des corpuscules nucléolaires n'ont d'autre but que de préparer cet acte sexuel; ceux qui lui succèdent sont destinés à rétablir le dualisme nucléaire spécial aux Ciliés. »

ZOOLOGIE. — *Sur la tribu des Polycliniens.* Note de M. **Lahille**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les Polycliniens de Roscoff ont été étudiés, pour la première fois, en 1872 et 1873, par M. Giard; mais on ne peut conserver les espèces décrites par ce naturaliste qu'en apportant quelques modifications à ses diagnoses. C'est ainsi que le genre *Morchellium* présente toujours huit lobes buccaux et non six comme l'avaient d'abord annoncé Milne-Edwards, puis, après lui, M. Giard. Cette erreur a été certainement causée par la difficulté excessive que l'on rencontre à obtenir des Polycliniens complètement étalés.

» Le *Circinalium concrescens* n'est autre que le *Sidnyum turbinatum*, de Savigny et de Forbes. Cette espèce a été aussi désignée par Alder sous le nom de *Parascidia Forbesii;* enfin le *Morchelloides Alderi* (Herd.) n'est lui-même, très probablement, qu'une simple variété du *Sidnyum*. Ces confusions ont été produites par un examen superficiel de ce genre polymorphe par excellence. Sous les rochers, au bas de l'eau, se trouve une Ascidie fort remarquable, qui rappelle les *Morchellium* par son aspect pédiculé : je la nomme *Morchelliopsis Pleyberianus*, ne pouvant lui conserver le nom d'*Amarœcium punctum* (Giard) qui lui avait été primitivement donné.

» Je divise les Polyclidiens en deux familles : les *Polyclinidæ* et les *Aplidæ*. Les premiers possèdent un intestin à torsion caractéristique et peuvent, comme le *Polyclinium sabulosum*, avoir de nombreuses papilles internes à leur branchie. Les seconds ont un intestin dont le plan est perpendiculaire au plan de la branchie et dont les deux portions sont parallèles. La branchie des *Aplididæ* est semblable à la branchie des *Didemnidæ* et Clavelines. Des côtes transverses plus ou moins larges, véritables ailettes internes, continues du côté dorsal, présentent un long prolongement papillaire, situé le plus souvent sur le côté gauche de la branchie. Ces côtes, parcourues par les muscles transverses du corps qui entourent les séries de trémas, sont placées entre ces séries. Celles-ci, dans les *Amaroucium*, notamment, sont soudées, sur presque toute leur étendue, à la paroi du corps, par des muscles et des sinus sanguins provenant des côtes transverses. Tous les autres muscles du corps, à l'exception, bien entendu, des muscles des siphons, sont longitudinaux. On compte généralement

seize à dix-huit faisceaux de chaque côté du corps, et ils existent seuls le long de l'intestin et de l'*appendice reproducteur* (post-abdomen de certains auteurs). Cet organe caractérise les *Polyclinidæ* et on les retrouve chez certaines formes ascidiennes de Salpes, la *Salpa virgola* par exemple.

» Les muscles longitudinaux courent des deux côtés de cet appendice et se terminent dans deux oreillettes latérales, homologues au cône fixateur unique des Diplosomiens, et remplissent le même but que celui-ci.

» L'*appendice reproducteur*, chargé à la fois de la reproduction oogénétique et blastogénétique, présente dans toute son étendue un grand tube aplati dans le plan horizontal (cloison ovarienne de M. Giard). Ce tube est primitivement une dépendance de la branchie, et je le nomme *tube endodermique;* il est situé à la face ventrale du corps et il se bifurque à ses deux extrémités. Les deux branches postérieures, en forme de V horizontal, sont à cheval sur le cœur, qui est ployé en croissant et dirigé dans un plan vertical. Le cœur, entouré d'un péricarde qui le dépasse, est situé tout à fait à l'extrémité de l'appendice reproducteur et lance le sang dans deux cavités, l'une ventrale, l'autre dorsale, séparées par le tube endodermique. C'est dans la cavité dorsale que se développent les organes reproducteurs.

» L'ovaire, toujours antérieur, est plus ou moins éloigné de l'intestin; son épithélium germinatif peut proliférer en plusieurs points. L'oviducte à parois très minces, complètement dorsal, recouvre le canal déférent, qui est cilié. Les follicules testiculaires, toujours très nombreux, ont un canal déférent propre, qui débouche dans le canal déférent commun. Ce dernier, ainsi que l'oviducte, débouche à la base du cloaque. Celui-ci est assez petit en dehors de l'époque de la reproduction, qui a lieu à Roscoff pour tous les Polycliniens en juillet, août et septembre. Les produits sexuels mâles et femelles arrivent simultanément à maturité; les testicules se développent pourtant un peu avant l'ovaire.

» Le pavillon vibratile n'est que l'extrémité dilatée du cordon nerveux dorsal de la larve. La glande hypophysaire ovoïde est placée immédiatement sous le ganglion nerveux, lui-même ovoïde et généralement de même grosseur.

» On peut distinguer dans le tube digestif six régions, comme chez les autres Ascidiens. Ce qu'il faut noter, c'est que le rectum se termine par un étranglement, auquel fait suite un pavillon formé de deux oreillettes libres dans la cavité cloacale. La glande stomacale (organe réfringent) forme un réseau très serré à la hauteur de l'estomac et débouche dans la partie anté-

rieure de cet organe. Les canaux présentent de nombreuses cellules, souvent pigmentées ([1]). »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur les affinités des Fougères éocènes de la France occidentale et de la province de Saxe.* Note de M. **Louis Crié**, présentée par M. Chatin.

« Les affinités que la flore tertiaire de la Sarthe et de Maine-et-Loire présente avec celle de la province de Saxe se révèlent par l'existence d'un certain nombre de formes caractéristiques. Actuellement, on peut dire qu'un ensemble de *vingt-cinq* espèces communes environ réunit dans une même période paléophytique les grès éocènes de la France occidentale et les dépôts de Skopau, de Börnstedt, de Stedten, de Dörstewitz et de Knollestein, en Saxe.

» Si l'on s'attache à la seule classe des Filicinées, on voit les grès de la Sarthe se relier aux couches de la Saxe par la présence commune du *Lygodium Kaulfussi* Heer, et par celle de nos *Asplenium cenomanense, Pteris Fyeensis* et *Lygodium Fyeense*, espèces analogues ou identiques aux *Asplenium subcretaceum* Sap., *Pteris parschlugiana* Ung., et *Lygodium serratum* Fried., dont M. le Dr Friedrich a signalé récemment l'existence dans les dépôts éocènes de Börnstedt et de Dörstewitz ([2]).

» Le *Lygodium Kaulfussi* Heer, que le professeur Oswald Heer a décrit et figuré en 1861, est un type éocène remarquable qui existe à Skopau, à Börnstedt (Saxe), à Saint-Pavace (Sarthe), à Bournemouth (Angleterre), et dans l'Amérique du Nord ([3]).

» La ressemblance de l'*Asplenium subcretaceum* Sap. des flores fossiles de Sézanne, de Bournemouth, de Börnstedt et de Dörstewitz, avec l'*Asplenium cenomanense* Crié des grès de Fyé et de Saint-Pavace, est très droite et dénote un tel degré d'affinité jusque dans les détails de la nervation, que l'identification de ces deux formes résulte comme une conséquence

---

([1]) Ce travail a été fait à Roscoff, au laboratoire de Zoologie expérimentale de M. de Lacaze-Duthiers.

([2]) Paul Friedrich, *Beiträge zur Kenntniss der Tertiärflora der Provinz sachsen.* Berlin, 1883.

([3]) L. Crié, *Sur les affinités des flores éocènes de l'ouest de la France et de l'Angleterre* (*Comptes rendus*, septembre 1883). — *Sur les affinités des flores éocènes de l'ouest de la France et de l'Amérique du Nord* (*Comptes rendus*, février 1886).

naturelle de nos études comparatives. Cet *Asplenium* éocène rappelait par son port certains *Asplenium*, tels que l'*A. umbrosum* Sm., de l'Australie, de la Nouvelle-Zélande et des Canaries, l'*A. flaccidum* Forst., de la Nouvelle-Zélande et de l'Australie, l'*A. contiguum* Kaulf., des Philippines et des îles Sandwich.

» Le *Pteris Fyeensis* Crié, qui figure parmi les empreintes les plus communes de la flore éocène de Fyé (Sarthe), est tout à fait comparable aux *Pteris Prestwichii* Ett. et Gard, et *parschlugiana* Ung., de Börnstedt et de Dörstewitz en Saxe. Le genre Pteris est représenté, comme je l'ai fait observer, dans plusieurs localités éocènes de l'Europe et de l'Amérique du Nord, par une série de formes alliées de trop près pour ne pas être considérées comme se rapportant à un type principal, le *Pteris eocenica* Ett. et Gard, de Bournemouth (Angleterre). Ce type comprendrait une réunion de formes locales éocènes qui auraient été dispersées en Saxe (*Pteris parschlugiana* et *Prestwichii*); en France (*Pteris Fyeensis* Crié) et dans l'Amérique du Nord (*Pteris pseudopennæformis* Lesq). Si l'on considère les Pteris de la flore actuelle, on trouve que ces formes éocènes se rapprochent particulièrement du *Pteris cretica* L., belle espèce qui croît aux Indes orientales et occidentales, au Mexique, en Chine et dans l'Europe méridionale, et aussi du *Pteris longifolia* L., forme du Népaul, des Philippines, des Indes orientales et des Grandes-Antilles. On doit également signaler l'analogie de nervation qui rattache les Fougères éocènes du type *eocenica* au *Pteris umbrosa* R. B., de la Nouvelle-Hollande.

» Le *Lygodium Fyeense* Crié, dont nous avons signalé la présence dans les grès éocènes de Fyé (Sarthe), représente une Fougère à feuille palmée et à nervation de *Cyclopteris*. La fronde fossile mesure une largeur de $0^{m},035$ environ. Elle est divisée en plusieurs lobes séparés les uns des autres par des sinus assez profonds. La nervation est constituée par des nervures très fines et très nombreuses, flabellées, qui atteignent la marge après plusieurs dichotomies. Les frondes du *Lygodium Fyeense* paraissent analogues à celles d'un Lygodium vivant de la section des *Gisopteris* Bernh.; le *Lygodium palmatum* Sw. Cette espèce, qui habite les berges humides de l'Amérique septentrionale (Virginie occidentale, Pensylvanie), possède des feuilles à quatre ou sept lobes obtus, auriculées à la base. Par sa nervation, notre *Lygodium*, qui doit être rangé dans la section *Gisopteris*, se rapproche très étroitement de l'espèce américaine actuelle. Le *Lygodium Fyeense* nous paraît très voisin du *Lygodium serratum* Fried., des dépôts éocènes de Börnstedt (Saxe).

» Lorsque nous étendrons nos études comparatives à l'ensemble de la végétation éocène de la France occidentale et de la province de Saxe, la liaison de ces deux flores deviendra plus intime et se trahira par une proportion notable de formes communes caractéristiques. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les courants telluriques.* Note de M. **J.-J. Landerer**, présentée par M. Janssen.

« Lorsque, par un ciel serein et une atmosphère tranquille, on observe les variations du potentiel électrique de la couche d'air qui enveloppe une ligne de peu d'étendue, voici ce qui arrive [1]. Quand un cumulus ou cirro-cumulus vient à passer ou se forme au-dessus de la ligne, le potentiel s'élève (atteignant parfois plusieurs centaines de volts); il s'abaisse à mesure que le nuage s'éloigne ou s'évanouit. Ni le sens ni l'intensité du courant tellurique ne s'en ressent d'une manière appréciable.

» Ces fluctuations sont aussi sans action sensible sur le téléphone. On est donc sûr de s'être affranchi de l'action que les décharges pourraient exercer sur la ligne. Celle du vent étant aussi éliminée, il en résulte que, dans ces circonstances, la seule cause mise en présence du courant tellurique, ce sont les variations, parfois considérables, du potentiel des masses électriques situées le long du circuit. Or, cette cause n'y produisant pas d'effet appréciable, il en découle que le courant tellurique qui parcourt les lignes télégraphiques d'une contrée plus ou moins restreinte ne dérive pas d'un courant induit, né au sein du sol, sous l'action d'un inducteur situé au-dessus.

» Par extension, il est logique de conclure que le courant tellurique capable de maîtriser, sur la surface entière du globe, l'orientation de l'aiguille aimantée et de se plier aux changements qu'elle éprouve n'est pas un courant induit. Mais il y a encore, à l'appui de cette assertion, un argument d'un autre genre, dont la valeur ne saurait être contestée par personne : c'est l'impossibilité d'admettre un inducteur permanent d'une

---

(1) Ces observations ont été faites au moyen d'un conducteur isolé, dont l'extrémité supérieure est située à quelques mètres de la ligne, l'autre extrémité étant rattachée à l'électromètre. Que l'électricité qui apparaît sur ce conducteur soit induite comme le veut M. Palmieri, ou qu'elle lui soit communiquée par l'air ambiant, les conséquences dont je vais m'occuper restent également valables.

étendue invraisemblable (du moins tant qu'on n'en signale pas la raison efficiente) circulant dans les hautes régions de l'atmosphère.

» Il ne semble donc pas hasardé d'affirmer que la nature du courant tellurique est bien celle que j'ai signalée dans mon dernier travail. Bien plus, la théorie que j'y établis explique d'une manière fort simple pourquoi et comment le circuit se complète. En effet, en réfléchissant à ce que, quand le vent souffle avec force, le sens des potentiels positifs décroissants est le même que celui du vent, on conçoit que le sens des potentiels négatifs décroissants qui en résultent pour la terre, en vertu du frottement de l'air, doit aussi être le même, la faible capacité inductive spécifique du diélectrique aidant bien, du reste, à cet agencement ([1]). Le grand courant tellurique du globe tire donc son origine de la différence des potentiels négatifs; la constance et l'ampleur des régimes des vents qui en sont la cause en assurent et la direction et la perpétuité. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la découverte faite, en Belgique, d'une sépulture de l'âge du Mammouth et du Rhinocéros.* Note de M. **Nadaillac**, présentée par M. de Quatrefages.

« Deux jeunes savants belges, MM. Marcel de Puydt et Sohest, viennent de fouiller la grotte de la Biche-aux-Roches, près de Spy (province de Namur). Ils ont déterminé avec un soin extrême les diverses couches et ils ont constaté, point important, qu'à partir du premier niveau ossifère, ces couches, parfaitement compactes, ne présentaient aucune trace de remaniement.

» On rencontre successivement :

» A. Une couche formée d'argile brune et d'éboulis, de $1^m,60$ de puissance, où l'on recueillait un crâne relativement récent.

» B. Un premier niveau ossifère, mesurant $0^m,80$, formé d'un tuf jaune calcareux qui renfermait de nombreux ossements, parmi lesquels nous signalerons l'*Elephas pri-*

([1]) Des faits observés par M. Palmieri viennent aussi à l'appui de ce dernier point : « Quand les vents du Nord dominent, dit-il dans un travail récent publié dans la *Lumière électrique,* on constate habituellement un plus fort potentiel à l'observatoire du mont Vésuve (à 637^m d'altitude) qu'à celui de l'Université (57^m), où, d'autre part, le potentiel est plus fort qu'à Capodimonte (149^m), la tension minimum s'obtenant à une hauteur intermédiaire. » D'après le savant physicien italien, l'existence d'une couche très basse à potentiel élevé est un fait hors de doute.

migenius et le *Cervus canadensis* (?). A ces ossements étaient mêlés de nombreux silex travaillés par l'homme, des *mannes de silex*, nous ont dit les explorateurs. C'étaient soit des déchets de fabrication, soit des lames finement taillées en général sur une seule face, et de la forme à laquelle on est convenu de donner le nom de *moustiérienne*. Tous ces instruments sont en silex du pays et quelques-uns présentent des traces évidentes d'usure.

» C. Deuxième niveau ossifère, de $0^m,30$ de puissance. On recueillait à ce niveau les ossements du *Rhinoceros tichorhinus*, du *Cervus elaphus*, du Renne, les dents d'un grand Félide encore indéterminé, d'autres débris, enfin, que l'on a cru pouvoir attribuer à l'*Elephas antiquus* (?). Ce niveau était également très riche en produits de l'industrie humaine; outre les silex semblables aux précédents, on rencontrait un os imitant les bâtons de commandement, mais ne portant aucune trace de gravure, un autre os creux renfermant de l'oligiste en poudre, plusieurs petites plaques d'ivoire, tirées des défenses du Mammouth, pouvant figurer des phoques et offrant une curieuse ressemblance avec une pierre taillée provenant d'un mound de l'État de Vermont; enfin, trois fragments de poterie. Un de ceux-ci, d'une épaisseur moyenne de 8^{mm}, formait le fond d'un vase, de forme assez régulière, en poterie grossière, cuite au feu. Je n'ai pu constater aucun mélange de grains de sable ou de calcaire, pouvant donner à la pâte une consistance plus ferme.

» D. Couche d'argile brune, avec de nombreux fragments calcaires, de $0^m,40$ de puissance. Dans cette couche, à 5^m ou 6^m environ de l'entrée de la grotte, gisaient deux squelettes humains; évidemment, ces hommes avaient été ensevelis, car tous les os occupaient leur position naturelle. Pour relever les squelettes, il fallut briser une brèche ossifère très dure. Il était facile de distinguer, dans les fragments de cette brèche, des débris osseux, des lames de silex et de petits morceaux d'ivoire. Auprès des ossements humains, on recueillait trois belles pointes moustiériennes et des ossements d'animaux en très mauvais état, que l'on a cru pouvoir attribuer aux mêmes espèces que celles du niveau supérieur.

» E. Calcaire carbonifère absolument stérile.

» Ces squelettes remontent aux temps quaternaires et doivent appartenir aux plus anciennes races de la Belgique. Un d'eux est celui d'un individu relativement âgé, du sexe féminin; l'autre, celui d'un homme jeune encore; les sutures du crâne ne sont pas oblitérées.

» Les crânes présentent le type si connu de Neanderthal; les os sont d'une grande épaisseur (9^{mm}); celui de la femme est franchement dolichocéphale (ind. céph., 70). La région glabellaire faisant défaut, l'indice céphalique du second n'a pu être exactement déterminé; il peut être évalué à 75 ou 76; il serait donc sous-dolichocéphale. Les arcades sourcilières sont très proéminentes, les sinus frontaux très apparents, les cavités orbitaires très grandes. Le front est bas et fuyant; ce caractère est surtout très marqué sur le crâne féminin. La région occipitale, notamment la portion cérébelleuse, sont très développées, les maxillaires inférieurs hauts et robustes. Le maxillaire du plus âgé est presque entier et ne présente pas l'éminence mentonnière. La ligne symphisienne est récurrente et le prognathisme assez exagéré. Les apophyses sont nettement marquées, les dents épaisses, usées de dedans en dehors et de haut en bas. La dernière

molaire est sensiblement aussi forte que les autres. La plupart de ces caractères se rapprochent de ceux que l'on attribue aux races inférieures.

» Les autres ossements recueillis consistent en fragments de maxillaires supérieurs, vertèbres, omoplates, clavicules, bassins, fémurs, tibias, radius, cubitus, enfin en quelques métacarpiens et quelques phalanges, les uns complets, les autres brisés. L'ensemble des os indique une race d'hommes petits et trapus.

» Plusieurs conclusions intéressantes ressortent de cette découverte. La race de Neanderthal, que M. de Quatrefages a montrée persistant à travers les âges, à des degrés différents, et se montrant même de nos jours, sans être incompatible avec un développement intellectuel très accusé, a vécu sur les bords de la Meuse dès les temps les plus reculés. Ces hommes taillaient les silex, utilisaient les ossements des animaux, les défenses du Mammouth, fabriquaient des vases en terre cuite au feu, enterraient leurs morts, possédaient enfin les premiers rudiments de la civilisation. »

M. **Flachat** adresse une Note sur des secousses de tremblement de terre qui se sont produites à Uskub (Turquie d'Europe), dans la nuit du 27 au 28 août, vers $11^h 36^m$. Ces secousses, réparties en trois périodes, d'intensités croissantes, n'ont duré que quelques secondes et n'ont produit aucun dégât sérieux.

M. **Ch. Jourjon** adresse une Note intitulée « Transformations de la série de Taylor par la division par $\zeta^2 \pm 1$. »

M. **Ch. Brame** adresse une nouvelle Note, intitulée « Génération des spectres solaires au moyen d'une ombre ».

La séance est levée à 4 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 septembre 1886.

Hommage à Monsieur Chevreul à l'occasion de son centenaire. 31 *août* 1886. Paris, F. Alcan, 1886; in-4°. (Deux exemplaires.)

Centenaire de M. Chevreul. 31 *août* 1886. *Principaux travaux de M. Chevreul.* Paris, Société anonyme des Imprimeries réunies, 1886; br. in-8°.

Géologie du département de la Sarthe; par A. Guillier. Le Mans, typogr. Monnoyer; Paris, Comptoir géologique, 1886; in-4°.

Tableau de la faune coblenzienne; par M. J. Gosselet. Lille, Liégeois-Six, 1886; br. in-8°.

Découverte de la polarité humaine; par le Dr Chavazain et Ch. Dècle. Paris, O. Doin, 1886; br. in-8°.

Ch.-V. Zenger. *Les parallélismes des grandes perturbations atmosphériques et séismiques avec le mouvement de rotation du Soleil,* etc. — *Solution logarithmique des équations numériques.* Paris, impr. Chaix, 1885; 2 br. in-8°.

Report on the scientific results of the voyage of H. M. S. Challenger, during the years 1873-76 *: Zoology,* vol. XIV. London, 1886; in-4° relié.

United States geological Survey. J.-W. Powell director : Brachiopoda and Lamellibranchiata of the raritan Clays and Greensand marls of New Jersey; by R.-P. Whitfield. Washington, Government printing Office, 1885; in-4° relié.

Geological Survey of the State of New-York : Palæontology; vol. V, Part I : *Lamellibranchiata,* I, II. Albany, Ch. van Benthuysen, 1884-1885; 2 vol. in-4° reliés.

State of New-York. Report of the State geologist for the year 1882. Albany, Weed, Parsons and C°, 1883; in-4°.

G. Govi. *La partenza dei Gesuiti dal dominio veneto nel* 1606. — *Di una lente per cannocchiale lavorata da evangelista Torricelli e posseduta dal Gab. di Fisica della Univ. di Napoli.* — *Una Lettera inedita di Alessandro Volta;* 3 br. in-8° et in-4°.

Berichte von dem Erzbischöflich Haynaldschen Observatorium zu Kalocsa in Ungarn über die daselbst in den ersten fünf Jahren ausgeführten Arbeiten von C. Braun. Münster, Aschendorff, 1886; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 SEPTEMBRE 1886.

PRÉSIDÉE PAR M. ÉMILE BLANCHARD.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Ouvrage de M. *Deghilage* intitulé « Origine de la locomotive ». (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

M. **A. Pissis**, nommé Correspondant pour la Section de Géographie, adresse ses remercîments à l'Académie.

ÉLECTRICITÉ. — *Expériences sur la conductibilité électrique des gaz et des vapeurs.* Note de M. **Jean Luvini**, transmise par M. Faye.

« Il résulte des expériences de Becquerel ([1]), de Grove ([2]), de Gaugain ([3]), de Matteucci ([4]), des professeurs Marangoni ([5]) et Agostini ([6]),

([1]) *Traité de l'électricité et du magnétisme,* IIe Partie, t. V, p. 55.
([2]) *Institut,* p. 35; 1854.
([3]) *Comptes rendus,* séance du 26 avril 1869.
([4]) Mascart, *Traité d'électricité statique,* t. I, p. 86.
([5]) *Rivista scient. industr.* de Florence, p. 10, 1881, et *Lum. électr.*, vol. III, p. 253.
([6]) *Rivista,* etc., p. 404, et *Lum. électr.,* vol. V, p. 195.

et d'autres, que les gaz et les vapeurs sont très mauvais conducteurs de l'électricité. Grove a démontré cette proposition pour l'air aux températures très élevées, Becquerel et Matteucci pour des pressions très faibles (1^{mm} et 3^{mm}). MM. Mascart et Joubert (¹) placent l'air et les vapeurs, plus généralement tous les gaz, dans la classe des mauvais conducteurs, et sir W. Thomson affirme avoir constaté que la vapeur d'eau est un excellent isolant (²).

» Malgré cela, on lit encore dans tous les Traités de Physique et l'on répète dans les Cours que l'air humide et les vapeurs conduisent l'électricité, et cette erreur très grave sert de base à plusieurs théories.

» J'ai fait sur cette question quelques séries d'expériences dont les résultats, combinés avec ceux d'autres expérimentateurs, m'ont conduit à conclure que *les gaz et les vapeurs, sous quelque pression que ce soit et à toutes les températures, sont des isolants parfaits et qu'ils ne peuvent pas s'électriser par frottement soit entre eux, soit avec les corps solides ou les liquides*.

» Je dispose l'expérience de manière que les fluides dans lesquels on introduit les corps électrisés ne puissent se déposer, sous forme liquide, sur toute la longueur des supports isolants. Je tends horizontalement, dans une vaste chambre, un long fil composé de sept fils simples de cocon, sans torsion et sans joints. En son milieu, pend une sphère creuse de laiton, de $0^{m},05$ de diamètre. Un second fil, semblable et parallèle au premier, porte un pendule terminé par une boule de moelle de sureau, laquelle, lorsqu'elle n'est pas électrisée, demeure en contact avec la sphère de laiton.

» J'électrisais ordinairement la sphère avec le disque conducteur d'un électrophore. L'étendue de la chambre et la pureté de l'air pendant les expériences me permettaient de remplir l'espace, autour des corps électrisés, d'une quantité considérable du gaz ou de la vapeur que j'étudiais, sans que ces fluides pussent se déposer, pendant longtemps, sur toute la longueur des fils de suspension. De cette manière, si l'on fait abstraction de la faible conductibilité des fils employés et des pertes dues aux poussières atmosphériques, on pouvait attribuer toute diminution observée de tension électrique à la conductibilité des fluides essayés.

» J'électrisais toujours la sphère avec la même tension à peu près; puis j'observais le temps qu'il fallait pour que la divergence du pendule

(¹) *Leçons sur l'électricité et le magnétisme*, t. I, p. 2.

(²) Mascart, *Traité d'électricité statique*, t. II, p. 106, note.

diminuât d'un nombre déterminé de degrés, d'abord dans l'air, et ensuite en entourant la sphère et le pendule d'une atmosphère dense du fluide à étudier.

» J'ai soumis ainsi à l'expérience l'air saturé de vapeur d'eau à différentes températures, de 16° à 100°; l'hydrogène et l'acide carbonique non desséchés, mais tels qu'ils sortent du bain qui les produit; la vapeur de mercure à 100°; les vapeurs de sel ammoniac; l'air échauffé par de la braise ou par la flamme d'une bougie, la fumée d'une bougie éteinte, les fumées de sucre, de camomille, d'encens, etc. Aucun de ces fluides n'a donné le moindre indice de conductibilité.

» Dans une série d'expériences, j'ai substitué aux fils de cocon un long fil ordinaire de soie à coudre, tendu horizontalement et portant en son milieu un double pendule terminé par des boules de moelle de sureau. Les résultats n'ont pas changé; mais, lorsque je soumettais à l'expérience la vapeur d'eau aux températures élevées, la divergence des boules diminuait, d'abord très rapidement, d'une certaine quantité; puis elle demeurait de nouveau presque constante. Cet effet est dû à la vapeur qui se déposait en plus grande quantité sur un fil plus gros et moins isolant, et à ce que la petite quantité d'électricité des boules se partageait entre le fil et les boules elles-mêmes. La bonté des fils de cocon et la grandeur de la sphère de laiton rendent ce phénomène insensible dans les expériences qui précèdent.

» On croit généralement que les gaz très raréfiés, ou à des températures très élevées, sont conducteurs. C'est une erreur qui doit son origine à ce que l'on a confondu la *résistance à la décharge disruptive* avec la *résistance à la décharge conductive*. Masson, par exemple [1], a trouvé que, à parité de potentiel, la distance de la décharge disruptive dans l'air est de douze à treize fois plus grande que celle qu'on observe dans l'eau. Cela signifie que la *résistance à la décharge disruptive* de l'eau est plus grande que celle de l'air; mais qui oserait en conclure que l'air est plus conducteur que l'eau?

» En terminant, je ferai remarquer que l'on devra dorénavant rejeter comme erronées toutes les théories relatives à l'électricité des machines, de l'air ou des nuages, dans lesquelles on devrait admettre que l'air humide est conducteur, ou que les gaz et les vapeurs peuvent s'électriser par frottement. »

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique,* 3e série, t. XXX, p. 49, et MASCART, *Traité d'électricité statique,* t. II, p. 111.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Dosage de l'extrait sec des vins.* Note de M. E. **Bouilhon**, présentée par M. Berthelot.

« Le dosage de l'extrait des vins par la méthode du vide est une opération longue, que la rapidité des transactions commerciales ne permet pas toujours d'effectuer; aussi plusieurs auteurs, dans le but de l'abréger considérablement, ont-ils proposé de diviser le liquide à l'aide de corps poreux, afin d'augmenter la surface d'évaporation.

» Les quantités mises en expérience variant souvent dans des limites aussi étendues que les capacités des vases employés, il en résulte que des échantillons identiques, analysés par plusieurs chimistes, peuvent fournir des résultats différents, suivant la manière dont on a opéré.

» J'ai constaté, par de nombreux essais, que toute augmentation de la surface abaisse le poids du résidu, dans de très notables proportions, par suite de l'évaporation d'une portion de la glycérine.

» Je citerai seulement quelques exemples. Les vases employés étaient à fond plat et à bords très bas : le premier avait 28^{cm} de surface; le deuxième avait 70^{cm} de surface; le troisième, de 70^{cm} de surface, contenait une couche de 5^{mm} de sable quartzeux fin, parfaitement lavé à l'acide chlorhydrique bouillant, à l'eau distillée, et séché.

» Les trois vases, placés ensemble et de niveau sous le récipient de la machine pneumatique, ont reçu chacun 10^{cc} de liquide; le séjour dans le vide sec a été de 8 fois 24 heures, à une température de $+20°$ à $+25°$.

» Les chiffres inscrits dans le Tableau ci-dessous indiquent le nombre de grammes de résidu par litre de vin.

	Vin de Bordeaux.	Vin du Gers.	Vin de Roussillon.	Vin de coupage.	Eau alcoolisée à 10 pour 100 additionnée de glycérine.
	gr	gr	gr	gr	gr
Vase de 28^{cm}	22,4	30,8	34,2	25,6	34,8
Vase de 70^{cm}	22,0	30,3	33,0	25,1	33,2
Vase de 70^{cm} + sable fin	21,2	29,1	30,4	23,8	31,7

» Les chimistes devront donc, pour obtenir des résultats comparables, adopter une capsule à fond plat, d'un diamètre type, placée bien de niveau sous le récipient de la machine pneumatique et contenant toujours le même volume de vin. »

ZOOLOGIE. — *Sur un Rhabdocœle nouveau, parasite et nidulant* (Fecampia erythrocephala). Note de M. A. Giard.

« Le curieux Turbellarié qui fait l'objet de cette Note est très commun sur les plages de Fécamp et d'Yport. Il vit en parasite pendant une partie de son existence dans des Crustacés décapodes d'espèces diverses : *Carcinus Mœnas*, *Platycarcinus pagurus* et *Pagurus Bernhardus*. Le *Carcinus Mœnas* est le plus ordinairement infesté, mais uniquement dans le jeune âge; il faut, pour trouver le parasite, ouvrir des Crabes larges de 5^{mm} à 2^{cm}. La teinte grise ou noirâtre de la carapace décèle presque à coup sûr la présence du *Fecampia*. Le parasite est logé dans la cavité générale sous le tube digestif et en partie caché par le foie : il est souvent replié sur lui-même en forme d'U, la convexité tournée vers le bord postérieur de la carapace. On trouve parfois deux ou trois parasites dans un même Mænas. Dans un tourteau large de $2^{cm},5$, j'ai rencontré huit *Fecampia* : plusieurs étaient cachés dans le foie, d'autres avaient pénétré jusque dans les muscles des pattes. Chez le Pagure le parasite se loge dans l'abdomen au milieu du foie et il est parfois visible à l'extérieur par transparence.

» Extrait de son hôte et à l'état d'extension, le *Fecampia* peut atteindre $1^{cm},5$ à $1^{cm},8$ de longueur. C'est un ver au corps cylindrique, atténué vers l'extrémité antérieure. Celle-ci est d'un beau rouge cramoisi qui tranche vivement sur la couleur générale du corps, d'un blanc neigeux légèrement teinté de rose. Deux lignes étroites latérales, transparentes, partent de l'extrémité postérieure et remontent jusque vers le tiers de la longueur du corps. Ces lignes correspondent aux glandes ovariennes.

» Le tégument est formé d'un exoderme de cellules plates, polygonales, vibratiles, sans bâtonnets, au milieu desquelles débouchent de nombreuses glandes cutanées très volumineuses dont nous dirons le rôle dans un instant. La musculature est constituée par des fibres annulaires et des fibres longitudinales. Ces muscles donnent au corps des mouvements péristaltiques comparables à ceux des Némertiens; toutefois, la couche musculaire est très faible et, à la moindre pression, le contenu de l'animal se met à diffluer avec la plus grande facilité.

» L'ouverture buccale est antérieure, elle conduit dans un pharynx peu distinct et auquel fait suite un tube digestif rudimentaire.

» Le système nerveux se compose de deux ganglions susœsophagiens

réunis par une commissure et donnant naissance de chaque côté à deux nerfs latéraux assez volumineux.

» Toute la masse du corps est constituée par les organes génitaux : la moindre déchirure du tégument laisse échapper de grosses cellules cylindriques ou irrégulièrement ovoïdes, remplies de vésicules claires et de corpuscules agiles que je considère comme faisant partie du testicule. C'est à ces éléments qu'est dû l'aspect neigeux du parasite. L'ovaire est formé par des éléments cellulaires bien nets et est accompagné d'un deutoplasmigène volumineux, dont les cellules sont colorées en rose par des granulations très régulières ; l'ouverture génitale est située à l'extrémité postérieure du corps.

» Je réserve, pour un Mémoire avec figures, l'étude histologique complète du *Fecampia* et j'aborde le point le plus curieux de l'histoire de ce Turbellarié.

» Arrivé à maturité sexuelle, le *Fecampia* quitte son hôte et se met à ramper librement sur les pierres, dans les petites flaques que la mer laisse pleines d'eau en se retirant et où croissent en abondance les corallines et les *Chaetomorpha aerea*. Le *Fecampia* ne se tient pas le dos en haut ; il rampe d'ordinaire sur le côté, la tête légèrement relevée, et décrit des spirales comme une chenille qui file son cocon. Bientôt, en effet, notre parasite s'entoure d'un épais revêtement de fils sécrétés par les glandes cutanées et produisant une véritable coque dont la forme rappelle celle d'une larme batavique. Ce cocon est blanc, formé par un lacis assez lâche à l'extérieur, plus dense contre le corps de l'animal ; sa substance devient cassante en se coagulant dans l'eau de mer. Il communique par un étroit goulot avec le milieu ambiant.

» Quand on a assisté une fois à la formation de ces singuliers cocons, il n'est pas difficile ensuite de les retrouver à la face inférieure des pierres où ils sont généralement abrités dans les creux, et souvent dissimulés au milieu des tubes des spirorbes, des vermilies, etc.

» Si l'on ouvre un cocon avec de fines aiguilles, on trouve à l'intérieur le parasite entouré de sa ponte. Les œufs sont roses, englobés par une substance gélatineuse et ils revêtent la face interne de la partie postérieure du cocon. Quant au *Fecampia*, il a perdu une grande partie de son volume : l'extrémité antérieure effilée est devenue beaucoup plus longue et plus mince ; le corps est plus arrondi et d'une couleur rougeâtre ; la teinte blanc neigeux a disparu, sans doute par suite de l'expulsion des produits mâles. C'est vers la fin d'août que les *Fecampia* commencent à subir

cette transformation : c'est aussi à cette époque que les femelles de *C. Mœnas* commencent à porter leurs œufs. Les jeunes larves de *Fecampia* doivent donc se développer parallèlement aux Zoès et aux Mégalopes et infester les uns ou les autres. Les œufs sont à paroi mince, transparente et ont les caractères des œufs d'été. La segmentation est holoblastique et régulière.

» J'espère compléter bientôt ces observations par la description de la larve. Il reste aussi à savoir ce que devient le parasite, lorsque la ponte est terminée et qu'il a achevé l'incubation de ses œufs. Mais il m'a semblé que les faits indiqués dans cette Note méritaient d'être signalés sans retard à l'attention des zoologistes.

» D'après ce qui précède, on voit que le *Fecampia* diffère notablement du *Graffilla* et des divers genres de Rhabdocœles, parasites antérieurement décrits. Il paraît se rapprocher beaucoup d'un parasite découvert par Lang, dans le pied de la *Tethys fimbriata*, et je suis persuadé qu'une étude plus complète de ce type méditerranéen montrera qu'il sécrète aussi un cocon.

» Je rappellerai, en terminant, qu'un naturaliste américain, Charles Girard, a signalé, il y a bien des années, chez une Planaire (*Planocera elliptica*), une forme immobile et opaque qu'il a appelée *chrysalide* et qui n'est peut-être pas sans analogie avec l'état observé par nous chez le *Fecampia*. Toutefois, chez le *Planocera*, l'enkystement a lieu pendant la période larvaire et n'est pas en rapport avec l'incubation des œufs. »

ZOOLOGIE. — *Recherches sur l'appareil circulatoire des Ophiures.* Note de M. R. **Kœhler**, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« Depuis les travaux de Ludwig, le système circulatoire des Ophiures n'a pas été l'objet de recherches approfondies. Ce savant, étudiant le trajet des vaisseaux par la méthode des coupes, décrivit deux cercles péribuccaux, l'un aquifère, l'autre vasculaire, envoyant tous deux des branches dans les bras, et un cercle vasculaire aboral, offrant un trajet très particulier, donnant des rameaux aux organes génitaux, et relié au cercle vasculaire oral par l'intermédiaire d'un cœur ou *plexus central* que Ludwig considère comme un amas de vaisseaux anastomosés. Les troncs du système vasculaire sont renfermés dans des canaux périhémaux ; en particulier, le cercle

vasculaire oral est renfermé, avec l'anneau nerveux, dans un canal périhémal bien distinct du canal plus volumineux situé à l'entrée du sac stomacal.

» Apostolidès a montré que le plexus central de Ludwig est une glande composée de cellules, possédant un canal propre parallèle au canal du sable, et s'ouvrant en dehors comme ce dernier. Il nie complètement l'existence d'un système vasculaire chez les Ophiures et il n'a reconnu que le système aquifère. Étudiant le système circulatoire à l'aide des injections exclusivement, et n'ayant pas pratiqué de coupes, il n'a pas vu le système vasculaire dont les injections ne lui faisaient pas soupçonner l'existence, et il s'est complètement mépris sur le nombre et sur les relations des canaux périhémaux, fort bien décrits par Ludwig.

» Ces deux observateurs me paraissent avoir méconnu les relations exactes de la glande madréporique. En étudiant, chez les *Ophioglypha*, le système circulatoire à l'aide d'injections et de coupes successives, j'ai obtenu les résultats que je vais résumer brièvement, et qui me permettent de dire que le système circulatoire des Ophiures est très comparable au système circulatoire des Échinides, tel que je l'ai fait connaître dans des publications antérieures.

» Il existe, chez les Ophiures, deux anneaux péribuccaux : l'un aquifère, dont la disposition est connue depuis longtemps; l'autre vasculaire, renfermé dans un canal périhémal situé en dedans de l'anneau aquifère. Cet anneau envoie dans chaque bras un vaisseau toujours enfermé dans son canal périhémal, et qui se trouve au-dessous du vaisseau aquifère. La glande madréporique, qui, par sa partie inférieure, s'ouvre à l'extérieur à l'aide du canal décrit par Apostolidès, se continue, à sa partie supérieure, par un canal qui s'ouvre dans le cercle vasculaire oral, de même que chez les Oursins la glande madréporique se continue par le canal glandulaire qui débouche dans l'anneau péribuccal interne.

» La description faite par Apostolidès de la glande madréporique est inexacte, et le dessin qu'il en donne ne correspond pas aux images que l'on obtient à l'aide de pièces bien fixées. La glande est composée de trabécules conjonctives, très fines et très serrées, qui partent en rayonnant du centre à la périphérie et qui, vers la périphérie, s'entre-croisent et s'anastomosent pour former des mailles très ténues. Ces trabécules supportent des cellules à protoplasma clair, qui, très nombreuses et très serrées dans la région centrale. deviennent beaucoup moins abondantes vers la péri-

phérie, où l'on remarque de gros amas de granulations pigmentaires. Cet organe offre donc la même structure que chez les Échinides; je retrouve les mêmes caractères chez les Astéries.

» Les vaisseaux aquifères et vasculaires n'ont pas la même structure. Au lieu que les vaisseaux aquifères présentent une couche conjonctive externe brillante et une couche musculaire interne tapissée par un endothélium (dans les vésicules de Poli s'ajoute une forte couche musculaire externe), les troncs du système vasculaire ont leur lumière en grande partie obturée par des travées entre-croisées, limitant des mailles dans lesquelles circule le sang et qui supportent des cellules et, par places, des granulations pigmentaires. Il y a analogie complète de structure et, en même temps, continuité parfaite entre les tissus de la glande et ceux des troncs vasculaires.

» Quant au cercle aboral de Ludwig, il m'a été impossible de le retrouver, ni par injections ni par coupes. A l'endroit où se trouvent les cinq arcs internes de l'anneau sinueux de Ludwig, j'observe, non pas un vaisseau, mais un petit faisceau de fibres musculaires, qui s'étend transversalement dans l'espace interbrachial et qui s'insère de part et d'autre aux bords inférieurs des ouvertures des bourses. En essayant de pousser une injection dans ces bandes, on voit la matière filer dans les interstices des tissus, mais rien n'indique la présence d'un vaisseau. Les coupes montrent bien que ces bandes sont fournies par des fibres musculaires et non par un vaisseau. Dans l'interradius madréporique, ce faisceau transversal passe sous la glande, avec laquelle il n'offre qu'un simple rapport de contiguïté. Ces faisceaux musculaires doivent avoir pour rôle d'élargir, en se contractant, les ouvertures des bourses. J'espère que les figures qui accompagneront un Mémoire détaillé, dont je prépare la publication, ne laisseront aucun doute sur les dispositions que je décris.

» Ainsi compris, le système circulatoire des Ophiures paraît très comparable à celui des Echinides tel que l'ont fait connaître mes recherches antérieures, confirmées par M. Prouho. Dans les deux groupes, nous trouvons en effet : même structure de la glande madréporique, mêmes relations de cette glande avec l'extérieur, d'une part, avec un anneau péribuccal, d'autre part; deux anneaux péribuccaux envoyant tous deux des branches dans les bras ou dans les zones ambulacraires, et enfin absence de cercle aboral. Les deux anneaux, chez les Ophiures, ne communiquent pas ensemble, ainsi que cela arrive chez les Oursins, par les vésicules de Poli; mais cette communication des deux anneaux n'existe pas non plus chez les Spatangues, et, dans tous les cas, les liquides qui circulent dans les deux systèmes de

vaisseaux peuvent se mélanger au niveau des tubes ambulacraires. La seule différence à constater consiste dans l'absence, chez les Ophiures, des vaisseaux intestinaux si développés chez les Échinides. En ce qui concerne les Astéries, l'existence du cercle aboral est trop discutée pour qu'il soit opportun de faire une comparaison.

» Je dois dire cependant quelques mots de la structure de l'intestin. Comme chez tous les Échinodermes, on trouve un épithélium interne très développé, une couche conjonctive et une couche musculaire recouverte de l'enveloppe péritonéale générale. L'épithélium interne est extrêmement épais, tandis que l'ensemble des couches conjonctive et musculaire forme une lame très mince. Apostolidès décrit dans le tube digestif quatre couches, dont la quatrième, qu'il appelle *couche cellulaire externe*, correspond aux couches musculaire et conjonctive avec l'endothélium péritonéal, et il a distingué trois couches distinctes dans une couche qui n'est qu'un simple épithélium. Il a pris en effet la région des noyaux pour une couche cellulaire, et les membranes des cellules, qui sont très allongées, pour des fibres musculaires s'étendant de la face externe à la face interne de la paroi intestinale; c'est à ces fibres musculaires, dit-il, qu'est dévolu le rôle de rapprocher l'une de l'autre les parois inférieure et supérieure de l'intestin (1). »

ZOOLOGIE. — *Sur le cœur, le tube digestif et les organes génitaux de l'*Amaræcium torquatum (*Ascidie composée*). Note de M. **Charles Maurice**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Si l'on examine une coupe transversale pratiquée vers le milieu du post-abdomen d'un *Amaræcium*, on y trouve trois cavités entièrement vides. L'une, allongée et médiane, occupe la largeur entière du post-abdomen et se trouve située dans le plan horizontal de l'Ascidie; les deux autres, irrégulières de forme, sont l'une dorsale, l'autre ventrale. Ces cavités sont les sections de trois tubes qui courent longitudinalement dans le post-abdomen; elles ont été observées chez d'autres espèces d'Ascidies composées par MM. Seeliger, Von Drasche et Della Valle, sans que ces auteurs aient pu en saisir la signification exacte. Les deux dernières cavités ont été consi-

(1) Ce travail a été fait à la station zoologique de Cette, dirigée par M. le professeur Sabatier.

dérées par M. Della Valle comme des prolongements (sacs péritonéaux) de la cavité péribranchiale. J'ai pu, sur l'*Amarœcium torquatum*, me rendre compte de la disposition anatomique de ces divers organes.

» A l'extrémité postérieure du post-abdomen, se trouve le cœur. La cavité cardiaque et, avec elle, la cavité péricardique sont incurvées en forme de croissant dont une des cornes se prolonge dans la moitié dorsale et l'autre dans la moitié ventrale du post-abdomen. La cavité péricardique remonte excessivement loin de chaque côté; chacune de ses branches va se terminer en cul-de-sac, à un niveau variable selon les individus, généralement à la hauteur de l'ovaire. Ces deux branches de la cavité péricardique ne sont autres que les deux sacs péritonéaux de M. Della Valle, dont nous avons parlé plus haut.

» Quant au tube médian du post-abdomen, il va se terminer postérieurement en cul-de-sac après s'être bifurqué, près de son extrémité, en deux branches qui atteignent presque le bout du post-abdomen. Si l'on suit, au contraire, ce tube vers l'avant, c'est-à-dire du côté des viscères, on le voit se subdiviser, au niveau de l'estomac, en deux tubes qui vont accoler leur extrémité antérieure contre le fond de la cavité branchiale, de chaque côté du raphé postérieur, entre l'extrémité de l'endostyle et l'entrée de l'œsophage. Ces dispositions anatomiques montrent que nous avons affaire ici à l'organe que MM. Van Beneden et Julin ont appelé *épicarde*, organe qui est une dépendance du sac branchial. Je n'ai pu, chez les individus adultes, constater les orifices mêmes des tubes épicardiques dans la cavité branchiale, mais ces orifices sont évidemment fermés par oblitération secondaire dans le cours du développement de l'animal, car j'ai retrouvé les communications très nettes entre ces tubes et la cavité branchiale : d'abord, chez une espèce voisine, l'*A. proliferum*, puis chez les jeunes larves de notre espèce, l'*A. torquatum*.

» Ainsi, des trois cavités que l'on rencontre sur une coupe transversale du post-abdomen en son milieu, la médiane est une dépendance de la cavité branchiale (épicarde), les deux autres sont des prolongements de la cavité péricardique.

» La cavité cardiaque est ouverte, non seulement à ses deux extrémités, comme chez les Ascidies simples et sociales, mais sur toute sa longueur. La fente cardiaque se trouve, en effet, située sur la face convexe du croissant formé par le cœur; elle tourne donc pour ainsi dire le dos au sac épicardique, qui ne peut plus, dès lors, comme chez la Claveline, s'appliquer sur elle pour la fermer.

» Les cellules de l'épithélium cardiaque présentent, du côté de la cavité du cœur, une rangée de fibrilles musculaires; leurs noyaux sont, au contraire, situés du côté de la cavité péricardique. Les vaisseaux, pas plus que le cœur, ne présentent d'endothélium.

» *Tube digestif.* — On peut voir très aisément, tout le long de l'intestin terminal, la glande tubuleuse composée que Huxley a le premier signalée dans tous les groupes de Tuniciers et dont on a cependant, dans ces derniers temps, nié l'existence, même chez les Ascidies simples. Cette glande est formée d'une quantité de petits tubes terminés en cul-de-sac, qui vont déverser par un canal commun le produit de leur sécrétion dans l'estomac.

» L'anus présente un large pavillon, qui fait saillie dans l'intérieur de la cavité cloacale. Il est, en outre, entouré de plusieurs sphincters musculaires transversaux.

» La cavité cloacale s'allonge considérablement, lors de la reproduction, pour se transformer en une chambre incubatrice où se développent les embryons. L'oviducte, qui débouchait dans le cloaque à côté du canal déférent, prend part à la formation de la chambre incubatrice; tandis que la lèvre supérieure de son orifice demeure accolée au canal déférent, sa véritable ouverture se trouve reportée au fond même de la chambre incubatrice. L'orifice cloacal est remarquable par une série de languettes ou lames, dépendance exclusive de l'épithélium.

» *Organes génitaux.* — Ils sont situés dans le post-abdomen, du même côté de la lame épicardique, sur la face dorsale de l'animal. L'ovaire est placé en avant du testicule. Il existe un oviducte très net, accolé sur toute sa longueur à la face externe du canal déférent; cet oviducte est aplati et délimité par un épithélium non cilié, tandis que le canal déférent est arrondi et délimité par un épithélium vibratile.

» L'ovaire présente une cavité qui se continue directement dans celle de l'oviducte; cette cavité est délimitée par un épithélium plat qui, en certains points, devient un épithélium germinatif typique. C'est aux dépens de cet épithélium germinatif que se développent les follicules ovariens; ces derniers ne se détachent jamais de l'épithélium qui leur a donné naissance. Les œufs mûrs tombent dans la cavité ovarienne, pour être expulsés par l'oviducte.

» L'ovaire et le testicule ne fonctionnent jamais en même temps. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la marche annuelle du baromètre dans la Russie d'Europe*. Note de M. le général **Alexis de Tillo**.

« Saint-Pétersbourg, août 1886.

« Persuadé que les déterminations barométriques des hauteurs peuvent être fort utiles pour compléter nos connaissances orographiques et hypsométriques sur plusieurs parties encore peu explorées de l'empire russe, j'ai entrepris, depuis un an, un grand travail sur les isobares. L'étude de la marche annuelle du baromètre forme la base de ce travail.

» Le simple type sibérien de la courbe barométrique annuelle, avec une amplitude qui atteint presque $0^{m},025$, est bien connu en météorologie; ce type a pu être fixé par un nombre restreint d'observations. Pour la Russie d'Europe, la marche annuelle du baromètre est assez compliquée. Après avoir dépouillé toutes les publications de l'Observatoire physique central de Saint-Pétersbourg (placé sous la direction de M. H. Wild), j'ai calculé les moyennes mensuelles du baromètre pour 80 points de la Russie d'Europe, et, d'après l'ensemble de ces calculs, j'ai déterminé le type moyen de la courbe annuelle du baromètre pour le centre de la Russie d'Europe. Voici les résultats numériques de ce travail :

Marche annuelle du baromètre dans la Russie d'Europe.

	Écart de la moyenne annuelle, en millimètres.	
Janvier	+2,0	Premier maximum (principal).
Février	+1,7	
Mars	−0,6	Premier minimum (secondaire).
Avril	+0,1	Second maximum (secondaire).
Mai	−0,7	
Juin	−1,9	
Juillet	−3,1	Second maximum (principal).
Août	−0,7	
Septembre	+1,1	
Octobre	+1,8	Troisième maximum (secondaire).
Novembre	+1,3	
Décembre	+0,8	Troisième minimum (secondaire).
Janvier	+2,0	Premier maximum (principal).

» En avançant dans la direction de la Sibérie et de l'Asie centrale, la

courbe barométrique annuelle perd ses maxima et minima secondaires; par contre, l'amplitude augmente graduellement. »

A 3 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 3 heures trois quarts. A. V.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 septembre 1886.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts du département de la Marne; année 1884-1885. Châlons-sur-Marne, V[ve] A. Denis, 1886; in-8°.

Deghilage. *Origine de la locomotive.* Paris, A. Broise et Courtier, 1884; in-4°. (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

Transactions of the zoological Society of London; Vol. XII, Part 3. London, 1886; in-4°.

Proceedings of the scientific meetings of the zoological Society of London for the year 1886; Part II. London, 1886; in-8°.

An investigation in stellar Photography conducted at the Harvard College observatory with the aid of an appropriation from the Bache fund; by Edw.-C. Pickering. Cambridge, John Wilson, 1886; in-4°.

Scientific results of the second Yarkand mission; Memoir of the life and work of F. Stoliczka; by V. Ball. London, Eyre and Spottiswoode, 1886; in-4°.

The monthly weather Report of the meteorological Office for may 1886. London, J.-D. Potter, 1886; in-4°.

Transactions and proceedings and Report of the Royal Society of South Australia; Vol. VIII (for 1884-5). Adelaïde, G. Robertson, 1886; in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 SEPTEMBRE 1886.

PRÉSIDÉE PAR M. FIZEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE. — *Analyse cinématique de la course de l'homme* (1).
Note de M. MAREY. (En commun avec M. Demeny.)

« Dans la figure ci-jointe sont représentées les attitudes successives du membre inférieur droit dans un pas complet. Deux accolades divisent le pas en période d'appui A et période de lever L. Cette durée est subdivisée à son tour en quatre phases inégales dont les trois dernières appartiennent au lever du pied.

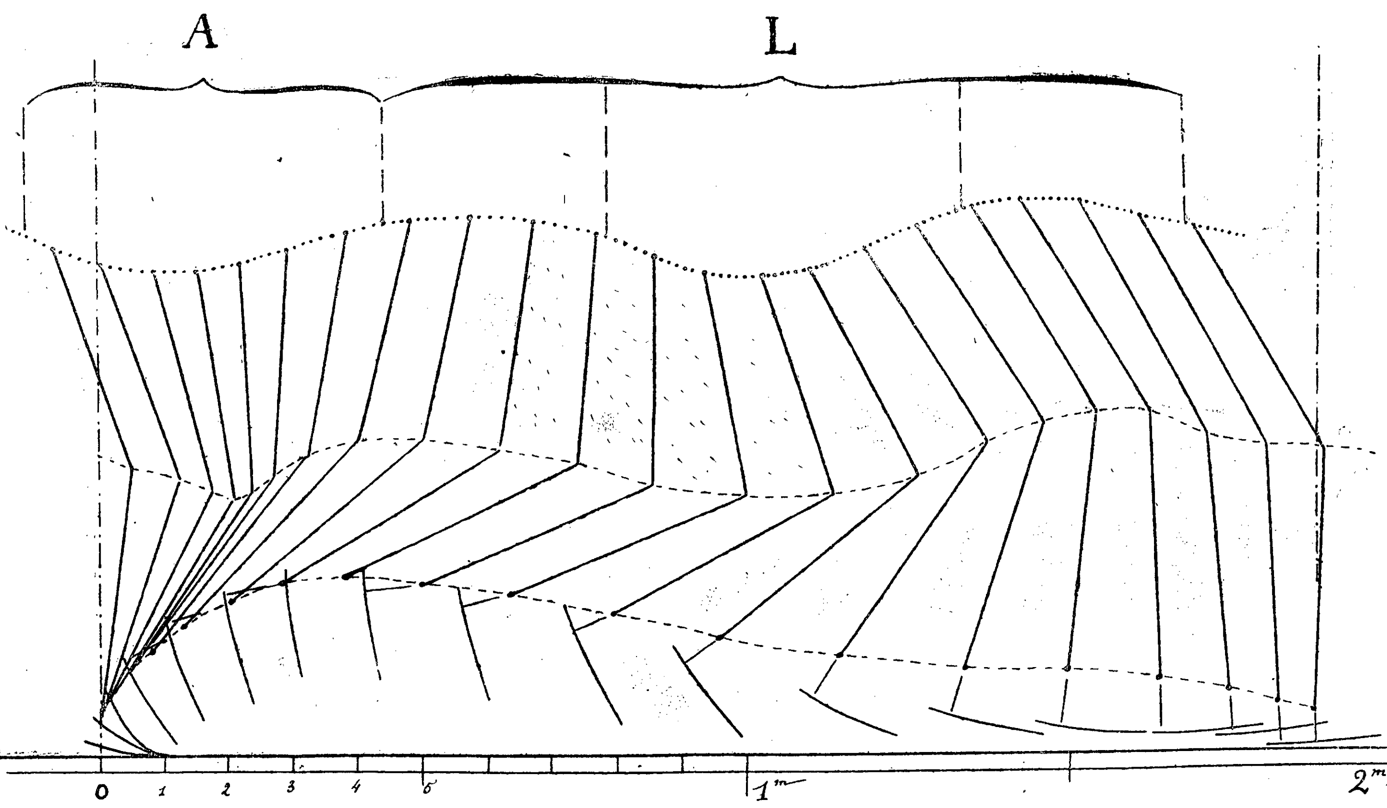
» A. *Mouvements du membre inférieur pendant la période d'appui du pied.* — En général, le pied s'appuie par la plante, quelquefois par le talon, rarement par la pointe; dans ce dernier cas, le pas subit un raccourcissement.

» Dès qu'elle a touché le sol, la plante du pied y reste appliquée pendant un peu moins de moitié de l'appui; elle pivote ensuite autour de

(1) Dans la présente Note, nous suivrons le même plan que dans celle du 19 mai 1884 « sur l'analyse cinématique de la marche ».

CINÉMATIQUE DE LA COURSE.

MOUVEMENTS DU MEMBRE INFÉRIEUR DROIT.



A, période d'appui du pied droit; le pied, qui avait été immobile dans la première partie de cette phase, pivote autour de sa pointe. — L, période de lever du pied; elle se divise en trois phases : la première et la dernière correspondent à des suspensions du corps au-dessus du sol; la trajectoire de la hanche y est convexe par en haut; la phase moyenne correspond à l'appui du pied gauche; la trajectoire de la hanche y est concave par en haut.

Dans ces épures chronophotographiques, les vitesses se mesurent d'après l'écartement des images qui sont prises à des intervalles de temps égaux. Un ralentissement se traduit donc par un rapprochement des points sur la trajectoire, une accélération par l'écartement de ces points.

l'extrémité des métatarsiens, et, dans ce déroulement, l'angle décrit peut être de 90°, de sorte que la face plantaire du pied soit à peu près verticale. L'emploi de semelles plus ou moins rigides et plus ou moins longues reporte le centre de déroulement du pied en avant des métatarsiens et même au delà de l'extrémité des orteils.

» *Trajectoire de la cheville.* — Immobile pendant l'appui de la plante du pied, la cheville entre en mouvement dès que le talon se détache; elle décrit alors sensiblement un arc de cercle autour de la pointe du pied; le rayon de ce cercle est accru par la longueur et par la rigidité des semelles.

» *Trajectoire du genou.* — Dans la première phase de l'appui, alors que la cheville est immobile, le genou décrit un arc de cercle engendré par la flexion de la jambe sur le pied. Mais, dès que le talon se détache, la trajectoire du genou présente un point de rebroussement et s'élève brusquement, car l'extension de la jambe sur le pied, qui se produit alors, a le double effet de diminuer la vitesse angulaire de la jambe et d'allonger la distance qui sépare le genou du point d'appui sur le sol.

» *Trajectoire de la hanche.* — Elle résulte de la trajectoire du genou modifiée par les mouvements de la cuisse sur la jambe. La cuisse se fléchit d'abord sur la jambe pendant la première phase de l'appui; elle s'étend au contraire pendant la seconde, c'est-à-dire pendant que le pied s'étend lui-même.

» Les changements dans la longueur du membre et les angles sous lesquels ils se produisent donnent à la trajectoire de la hanche, dans la course, une forme concave par en haut, inverse de celle qui existe dans la marche.

» B. *Mouvement du membre inférieur pendant le lever du pied.* — Le pied quitte le sol aussitôt que la vitesse communiquée au corps, suivant le prolongement du rayon du membre inférieur, l'emporte sur celle de l'allongement de ce rayon. Le membre est alors plus ou moins étendu; il est en extension complète dans la course vive. Pendant le lever du pied, le membre inférieur exécute des mouvements angulaires autour de la hanche, dont nous étudierons avant tout la trajectoire.

» *Trajectoire de la hanche.* — Cette courbe se divise d'une façon fort nette en trois arcs, alternativement convexes et concaves par en haut. Les arcs convexes correspondent aux périodes de suspension; l'arc concave intermédiaire coïncide avec l'appui du pied gauche.

» Le premier arc convexe est décrit pendant la suspension qui succède

à l'impulsion du pied droit; il est sensiblement parabolique [1]; son sommet correspond à l'un des maxima d'élévation du tronc au-dessus du sol. La hauteur de ce maximum dépend de l'inclinaison du rayon du membre au moment de son impulsion finale et de la vitesse communiquée à la masse du corps. Le chemin parcouru est moindre pendant la suspension que pendant la durée de l'appui; son étendue est d'ailleurs liée à celle de la suspension elle-même et varie avec elle.

» L'arc concave qui vient ensuite et qui correspond, avons-nous dit, à l'appui du pied gauche, est sensiblement pareil à celui qui correspond à l'appui du pied droit; toutefois les balancements du bassin autour de ses axes vertical et transversal modifient légèrement la forme de cette trajectoire.

» Enfin, le dernier arc, dont la convexité regarde en haut et qui correspond à la seconde suspension, diffère peu de celui qui se produit dans la première période de suspension, immédiatement après l'appui du pied droit.

» *En résumé,* la trajectoire de la hanche dans la course présente, pendant un pas complet, la forme d'une ligne sinueuse à quatre courbures, à savoir : deux concavités tournées en haut, correspondant aux appuis, ainsi qu'à des minima d'élévation, et deux convexités correspondant aux suspensions et à des maxima d'élévation de la masse du corps au-dessus du sol.

» La *trajectoire du genou* résulte de celle de la hanche modifiée par les effets de la flexion de la cuisse, dont le déplacement angulaire peut atteindre 90°.

» Enfin, la *cheville*, pendant le lever du pied, suit une trajectoire qui résulte de la composition de celle du genou avec les mouvements angulaires de la jambe sur la cuisse. Durant la première moitié du lever, le genou est fléchi d'autant plus que l'allure est plus rapide; certains coureurs arrivent ainsi à faire toucher du talon la partie basse des fessiers.

» Dans la seconde moitié de l'appui, la jambe s'étend sur la cuisse; mais, au moment où le pied touche le sol, elle est encore légèrement fléchie et presque verticale.

» La trajectoire de la cheville, au lever, présente d'abord une grande élévation en se raccordant avec la courbe ascendante engendrée par le déroulement du pied à l'appui. A partir de ce moment, cette trajectoire s'abaisse; elle présente un point d'inflexion vers le milieu du pas et, finale-

---

(1) Dans la Note sur le saut (24 août 1885), on a montré l'influence de l'attitude pendant la suspension sur la forme de la trajectoire d'un point du corps.

ment, rase le sol jusqu'au moment du poser. Le pied, qui était dans l'extension à la fin de l'appui, se fléchit dans la seconde moitié du pas et s'étend de nouveau au moment du poser.

» Le bassin exécute, autour de son axe transversal, des oscillations peu prononcées; mais il a des mouvements de rotation plus étendus autour d'un axe vertical qui passerait par la tête fémorale du membre à l'appui. L'effet de cette rotation est d'augmenter la vitesse de la hanche au lever.

» On a vu plus haut comment ces oscillations amènent dans la trajectoire de la hanche certaines dissemblances, suivant que l'on considère les inflexions correspondant à l'appui du pied droit ou celles qui concordent avec l'appui du pied gauche.

» Ces irrégularités ne se produisent pas dans la trajectoire du centre de gravité, non plus que dans celle du sommet de la tête et, en général, de tous les points situés dans le plan médian et qui reçoivent de l'action de chacun des membres des impulsions alternatives mais identiques.

» On doit encore noter que le poser du pied se fait toujours en avant de la verticale qui passe par l'articulation de la hanche, et que la distance qui sépare deux appuis du même pied, distance qui constitue la longueur du pas, dépend du degré d'extension du membre et de son inclinaison au moment de l'impulsion finale, beaucoup plus que de son degré d'allongement au moment du poser.

» Les appuis du pied se font symétriquement de part et d'autre d'une ligne moyenne dans la direction de la progression. Plus la course est rapide et plus les empreintes se rapprochent de cette ligne, sur laquelle les talons finissent par se poser. En même temps, l'angle d'ouverture du pied diminue et la pointe se porte en dedans, à des degrés divers qui semblent dépendre de la structure anatomique du sujet observé et probablement aussi à l'exagération des mouvements de torsion du bassin.

» Quelle que soit la vitesse de la course, la forme des différentes trajectoires que nous venons d'étudier conserve ses principaux caractères. Celle du centre de gravité du corps est de plus en plus tendue à mesure que la course est plus rapide; elle tend à s'approcher d'une ligne droite parallèle au plan du terrain. »

PHYSIQUE GÉNÉRALE. — *La Cinétique moderne et le Dynamisme de l'avenir.* Note de M. **G.-A. Hirn.**

« Je fais hommage à l'Académie d'un nouveau travail (¹), dont le titre : *La Cinétique moderne et le Dynamisme de l'avenir,* indique le but général. Dans ce Mémoire, j'ai eu en vue trois objets distincts, que je résume sous forme très concise.

» I. Accessoirement, en quelque sorte, j'ai répondu à des critiques qui ont été faites de côtés et d'autres, quant aux conclusions que j'avais tirées de quatre travaux antérieurs (²). Cette tâche m'a été facile, mais, j'ajoute, pénible. J'ai, en effet, reconnu avec un grand regret que les personnes qui ont jugé ces travaux n'ont tenu compte, non seulement ni de la discussion à laquelle j'ai soumis les faits, mais pas même des faits eux-mêmes que j'ai produits à l'appui de ces conclusions. On m'a reproché d'avoir négligé des considérations qui, au contraire, sautent aux yeux dans mon Exposé. En définitive, tous les lecteurs impartiaux verront que la critique, loin d'affaiblir mes arguments, leur a, au contraire, donné une force nouvelle et une dernière sanction.

» II. J'ai présenté sous une forme accessible à tout le monde les arguments qui rendent désormais insoutenable la théorie cinétique des gaz, rapportant à des mouvements moléculaires la plupart des propriétés de ces corps. J'ai montré qu'il s'agit ici d'une question de Physique pure, dans laquelle l'Algèbre n'intervient avec son utilité et sa puissance ordinaires qu'à la condition qu'on soit toujours bien pénétré du sens physique des

---

(¹) Mémoire publié par l'Académie royale de Belgique et déposé, en tirage à part, chez M. Gauthier-Villars.

(²) *Recherches expérimentales et analytiques sur la relation qui existe entre la résistance des gaz au mouvement des corps et leur température; conséquences physiques et philosophiques qui découlent de ces expériences.*

Recherches expérimentales et analytiques sur les lois de l'écoulement et du choc des gaz en fonction de la température; conséquences physiques et philosophiques qui découlent de ces expériences (suivies des *Réflexions générales au sujet des Rapports de MM. les Commissaires-examinateurs de ce Mémoire*).

La notion de force dans la Science moderne.

Recherches expérimentales sur la limite de la vitesse que prend un gaz quand il passe d'une pression à une autre plus faible (chez M. Gauthier-Villars).

phénomènes et qu'on ne prétende pas traduire mathématiquement ce qui est physiquement impossible.

» Parmi les arguments que je cite, il en est trois au moins qui sont tels qu'on s'étonnera un jour que des physiciens aient pu admettre un seul instant la théorie cinétique des gaz.

» III. La cinétique des gaz pourrait être correcte, sans qu'il en résultât que la lumière, la chaleur rayonnante, l'électricité, les attractions et répulsions magnétiques, la gravitation relèvent de mouvements de la matière pondérable, ni infiniment moins encore que notre pensée ne soit elle-même qu'un mouvement moléculaire. Mais l'inverse n'est point vrai, et avec la théorie cinétique des gaz tombent les théories cinétiques en général qui ont la prétention d'expliquer tous les phénomènes possibles de l'univers par des mouvements invisibles de la matière.

» Deux grandes propositions se trouvent encore en regard et en antagonisme absolu. Selon l'une, le mouvement de la matière ne peut naître que d'un autre mouvement antérieur et par contact immédiat; selon l'autre, le mouvement ne naît jamais directement et par contact immédiat de matière à matière.

» J'ai montré que ces deux propositions, qui s'excluent l'une l'autre, reposent, non, comme d'aucuns le soutiennent, sur des considérations métaphysiques, mais bien, au contraire, sur des principes de Mécanique appliquée et élémentaire; la démonstration de l'une à l'exclusion de l'autre n'est pas à reléguer, comme on l'a dit, sur le domaine des rêves et des chimères : elle est au contraire à la portée de tous ceux qui se préoccupent plus de la réalité des phénomènes que de leur interprétation *a priori* et systématique. La première proposition et, par conséquent, toutes les théories cinétiques possibles, dont elle constitue le point de départ, tombent avec la théorie cinétique des gaz.

» J'ai présenté sous la forme la plus élémentaire possible, la plus accessible aux esprits les moins habitués à ce genre de discussions, la Doctrine qui se substitue de force à la Cinétique. J'ai montré qu'elle rend compte tout aussi facilement et beaucoup plus réellement de l'universalité des phénomènes du monde physique.

» Je suis bien loin de me flatter de convaincre tous les esprits de ce dont ils eussent dû être convaincus par eux-mêmes depuis longtemps. Les interprétations conçues *a priori*, en dehors de l'expérience et de l'observation, ont, chose assez étrange, plus de vitalité et de ténacité que les vérités conquises péniblement par l'étude de la Nature. Mais, ici comme en

bien d'autres questions, le temps fera son œuvre et fera disparaître de la Science positive une des plus monstrueuses erreurs que nous ait léguées l'Antiquité. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet une Lettre du Gouvernement allemand qui lui a été communiquée par M. le Ministre des Affaires étrangères et informe l'Académie que la Conférence qui s'occupe de la mesure du Degré en Europe se réunira à Berlin le 20 octobre prochain.

(La Lettre est renvoyée à MM. Faye, Tisserand et Perrier qui représentent la France dans la Commission internationale.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. *G. Van der Mensbrugghe* portant pour titre : « Sur l'instabilité de l'équilibre de la couche superficielle d'un liquide. »

2° Une brochure intitulée : « Étude critique sur la Mécanique », par M. *Calinon*. (Présentée par M. Maurice Lévy.)

M. **Laur**, député, fait savoir à l'Académie que le 17 septembre une violente éruption gazeuse s'est produite à la source du geyser de Montrond. Il y a eu jaillissement d'eau et de gaz jusqu'à une hauteur de 40^m. Cette éruption, qui a duré vingt minutes, peut faire craindre des dégagements de grisou et des secousses de tremblement de terre.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Winnecke, faites à l'observatoire de Nice (équatorial de Gautier).* Note de MM. **Perrotin** et **Charlois**, présentée par M. Faye.

Dates. 1886.	Étoiles.			☄ — ✶. Δα.	☄ — ✶. Δ℘.	Observateurs.
				m s	′ ″	
Août 27.......	*a*	25339	Lalande	—2.59,22	+ 1.22,0	Charlois.
30.......	*b*	25588	Lalande	—1.45,59	+ 6.25,4	Perrotin.
31.......	*c*	4989	Schjellerup	—1. 3,54	—13.20,1	Charlois.
Sept. 1.......	*d*	5004	Id.	—0. 2,51	+15.56,8	Id.

Positions des étoiles.

Dates. 1886.	Étoiles.	Ascension droite moyenne pour 1886,0.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne pour 1886,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Août 27........	*a*	13.38.48,87	+0,95	95.35.20,2	+0,5	Lalande.
30........	*b*	13.48.59,99	+0,99	97.29.48,2	+0,5	B.A.C.
31........	*c*	13.52.10,75	+1,00	98.29.50,8	+0,5	Schjellerup.
Sept. 1........	*d*	13.55. 8,79	+1,00	98.41.54,4	+0,4	Id.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1886.	Temps moyen de Nice.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Nombre de comp.
	h m s	h m s		° ′ ″		
Août 27......	8.30.31	13.35.50,60	$\bar{1},630$	95.36.42,7	$0,795_n$	3
30......	8. 8.15	13.47.15,39	$\bar{1},622$	97.36.14,1	$0,801_n$	4
31......	7.55.32	13.51. 8,21	$\bar{1},615$	98.16.31,2	$0,805_n$	6
Sept. 1......	8. 2.24	13.55. 7,28	$\bar{1},620$	98.57.51,6	$0,804_n$	5

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la transformation des surfaces algébriques en elles-mêmes.* Note de M. **Émile Picard**, présentée par M. Hermite.

« M. Schwarz a montré (*Journal de Crelle*, t. 87) que les courbes du genre zéro et du genre un sont les seules qui puissent être transformées en elles-mêmes par une transformation birationnelle renfermant un paramètre arbitraire. Dans mes recherches sur les surfaces algébriques, j'ai été naturellement conduit à m'occuper des surfaces susceptibles de transformations birationnelles en elles-mêmes.

» Je voudrais indiquer aujourd'hui une proposition analogue à celle de M. Schwarz, et qu'on peut énoncer de la manière suivante : *Les surfaces algébriques, susceptibles de se transformer en elles-mêmes par une substitution birationnelle renfermant deux paramètres arbitraires, sont du genre zéro ou un.*

» Le genre dont il est question dans cet énoncé est celui que M. Nœther appelle *Flächengeschlecht*, et qui représente le nombre des coefficients arbitraires dans le polynôme d'ordre $m - 4$, *adjoint* à la surface supposée de degré m.

» Avant de démontrer ce théorème, reprenons la démonstration du théorème de M. Schwarz, en suivant une tout autre voie que l'éminent géomètre de Göttingue.

» Soit $f(x, y) = 0$ l'équation de la courbe que transforme en elle-même la substitution birationnelle

$$(1) \qquad x' = R(t, x, y), \qquad y' = R_1(t, x, y),$$

où nous mettons en évidence le paramètre t. Nous pouvons, sans diminuer la généralité, supposer que, pour une valeur particulière $t = t_0$, la substitution précédente se réduit à $x' = x, y' = y$.

» Ceci posé, supposons que la courbe f soit de genre p, et soient

$$\int \frac{Q_i(x, y)\,dx}{f'_y} \qquad (i = 1, 2, \ldots, p)$$

les p intégrales de première espèce. L'élément $\frac{Q_1(x', y')\,dx'}{f'_{y'}}$, quand on remplace x' et y' par leur valeur (1) en x et y, prendra la forme

$$\sum_{i=1}^{i=p} A_i \frac{Q_i(x, y)\,dx}{f'_y};$$

les constantes A pourraient être des fonctions du paramètre t, mais nous allons précisément montrer qu'elles n'en dépendent pas. On le verrait de suite par la considération des périodes, en faisant parcourir p cycles distincts au point (x, y), et en intégrant; ce qui nous donnera p équations déterminant les A en fonction des périodes. On peut suivre une autre voie, qu'il sera plus facile d'étendre tout à l'heure.

» Reprenons la substitution

$$x' = R(x, y), \qquad y' = R_1(x, y);$$

les coefficients figurant dans les fonctions rationnelles R et R_1 sont, avons-nous supposé, des fonctions d'un paramètre; mais, d'autre part, ces coefficients seront nécessairement des fonctions *algébriques* d'un ou de plusieurs d'entre eux restant arbitraires; désignons ceux-ci par la lettre θ. Écrivons l'équation précédemment trouvée

$$\int_{x'_0, y'_0}^{x', y'} \frac{Q_1(x', y')\,dx'}{f'_{y'}} = \sum_{i=1}^{i=p} A_i \int_{x_0, y_0}^{x, y} \frac{Q_i(x, y)\,dx}{f'_y}.$$

» Laissons maintenant (x, y) fixe, ainsi que (x_0, y_0); le second membre va être une fonction algébrique des θ; si cette fonction ne se réduit pas à une constante, elle deviendra infinie pour certaines valeurs des θ, ce qui

est impossible, puisque le premier membre est une intégrale de première espèce; on en conclut de suite que les A sont des constantes, c'est-à-dire qu'elles ne dépendent pas du paramètre t. En faisant $t = t_0$, on voit que

$$A_1 = 1, \qquad A_2 = A_3 = \ldots = A_p = 0.$$

On aura donc

$$\frac{Q_1(x', y')\, dx'}{f'_{y'}} = \frac{Q_1(x, y)\, dx}{f'_y};$$

dans l'hypothèse où l'on aurait $p > 1$, on aura pareillement

$$\frac{Q_2(x', y')\, dx'}{f'_{y'}} = \frac{Q_2(x, y)\, dx}{f'_y},$$

d'où l'on conclut

$$\frac{Q_1(x', y')}{Q_2(x', y')} = \frac{Q_1(x, y)}{Q_2(x, y)};$$

or une telle égalité est impossible, car elle établit entre (x, y) et (x', y') une relation où ne figure pas de paramètre arbitraire.

» La démonstration du théorème énoncé sur les surfaces va se faire d'une manière analogue; elle sera facile, après ce que nous venons de dire pour les courbes. La surface étant supposée de genre p, considérons les p intégrales doubles de première espèce, attachées à la surface

$$\int\!\!\int \frac{Q_i(x, y, z)\, dx\, dy}{f'_z} \qquad (i = 1, 2, \ldots, p),$$

en désignant par $f(x, y, z) = 0$ l'équation de la surface, qui sera de degré m, et les Q étant les polynômes adjoints d'ordre $m - 4$. Soient les équations de la transformation birationnelle

$$(2) \qquad x' = R(t, t', x, y, z), \qquad y' = R_1(t, t', x, y, z), \qquad z' = R_2(t, t', x, y, z),$$

en mettant en évidence les deux paramètres t et t', et, quand nous disons que la transformation est à *deux* paramètres, nous entendons qu'à un point (x, y, z) de la surface correspond, par la transformation, et en faisant varier les paramètres, non pas une courbe, mais un point arbitraire de la surface. De plus, on peut toujours supposer que, pour un système particulier $t = t_0$, $t' = t'_0$, on ait $x' = x$, $y' = y$, $z' = z$.

» L'élément $\frac{Q_1(x', y', z')\, dx'\, dy'}{f'_{z'}}$, quand on remplace x', y', z' par leur valeur (2) en x, y, z, prend la forme

$$\sum_{i=1}^{i=p} A_i \frac{Q_i(x, y, z)\, dx\, dy}{f'_{z'}};$$

on montrera, par des raisonnements analogues à ceux qui ont été faits plus haut, que les A ne dépendent pas des paramètres t et t', et enfin que

$$A_1 = 1, \qquad A_2 = \ldots = A_p = 0.$$

Nous pouvons donc écrire

$$\frac{Q_1(x', y', z')\, dx'\, dy'}{f'_{z'}} = \frac{Q_1(x, y, z)\, dx\, dy}{f'_z};$$

si l'on a $p > 1$, on aura une relation analogue en remplaçant Q_1 par Q_2; on en conclut que

$$\frac{Q_1(x', y', z')}{Q_2(x', y', z')} = \frac{Q_1(x, y, z)}{Q_2(x, y, z)},$$

relation impossible, si la transformation contient réellement deux paramètres arbitraires. Le théorème énoncé est donc établi.

» J'examinerai dans une autre Communication le cas des transformations ne contenant qu'un paramètre arbitraire, ou n'en contenant aucun, et je présenterai quelques remarques concernant la théorie générale des surfaces algébriques. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations différentielles non linéaires.* Note de M. **Roger Liouville**.

« Pour qu'une équation différentielle du second ordre admette une intégrale générale où les constantes arbitraires entrent linéairement, il faut et il suffit qu'elle soit de la forme

$$(1) \qquad y'' + a_1 y'^3 + 3a_2 y'^2 + 3a_3 y' + a_4 = 0,$$

les coefficients $a_1, a_2, \ldots, a_4$ étant des fonctions de x et de y qui vérifient ces deux identités

$$(2) \quad \left\{ \begin{aligned} &\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{2\,\partial a_3}{\partial y} - \frac{\partial a_2}{\partial x} + a_1 a_4\right) - \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial a_4}{\partial y} + 3a_2 a_4\right) \\ &\quad + 3a_3\left(\frac{2\,\partial a_3}{\partial y} - \frac{\partial a_2}{\partial x} + a_1 a_4\right) + a_4\left(\frac{\partial a_1}{\partial x} + 3a_1 a_3\right) = 0, \\ &\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial a_3}{\partial y} - \frac{2\,\partial a_2}{\partial x} + a_1 a_4\right) + \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial a_1}{\partial x} - 3a_1 a_3\right) \\ &\quad - 3a_2\left(\frac{\partial a_3}{\partial y} - \frac{2\,\partial a_2}{\partial x} + a_1 a_4\right) + a_1\left(\frac{\partial a_4}{\partial y} + 3a_2 a_4\right) = 0. \end{aligned} \right.$$

» Il existe alors entre une fonction z et ses dérivées partielles des deux

premiers ordres un système d'équations linéaires, dont la solution générale contient trois constantes arbitraires et, annulée, représente l'intégrale de l'équation (1). Avec les notations d'Ampère, ce système est le suivant :

$$(3)\quad \begin{cases} t + a_1 p - a_2 q + z\left(\dfrac{\partial a_2}{\partial y} - \dfrac{\partial a_1}{\partial x} + 2a_1 a_3 - 2a_2^2\right) = 0, \\ s + a_2 p - a_3 q + z\left(\dfrac{\partial a_3}{\partial y} - \dfrac{\partial a_2}{\partial x} + a_1 a_4 - a_2 a_3\right) = 0, \\ r + a_3 p - a_4 q + z\left(\dfrac{\partial a_4}{\partial y} - \dfrac{\partial a_3}{\partial x} + 2a_2 a_4 - 2a_3^2\right) = 0. \end{cases}$$

» Son étude, équivalente à celle de l'équation proposée, dépend uniquement, d'après une Note précédente (*Comptes rendus*, 7 décembre 1885), d'une équation différentielle ordinaire, du troisième ordre et linéaire. Mais, dans les coefficients de celle-ci, figure en général un paramètre qu'on doit y laisser indéterminé; on conçoit sans peine les complications qu'entraîne avec elle cette circonstance, d'ailleurs liée à la nature même de la question. Aussi convient-il de distinguer les cas où une semblable difficulté peut être évitée. Cela est possible, notamment si la deuxième équation du système (3),

$$(4)\quad s + a_2 p - a_3 q + z\left(\frac{\partial a_3}{\partial y} - \frac{\partial a_2}{\partial x} + a_1 a_4 - a_2 a_3\right) = 0,$$

s'intègre par la méthode de Laplace ou bien si l'on sait avec cette équation et l'une des deux autres former une combinaison linéaire que la méthode indiquée permette d'intégrer.

» Comme chaque substitution effectuée dans l'équation (4) transforme le système dont elle fait partie en un autre de même espèce, il est clair que tous les cas mentionnés se ramènent en définitive à celui où l'équation (4) est susceptible d'une décomposition immédiate; il exige une des conditions suivantes

$$(5)\quad \frac{2\,\partial a_3}{\partial y} - \frac{\partial a_2}{\partial x} + a_1 a_4 = 0,$$

$$(6)\quad \frac{\partial a_3}{\partial y} - \frac{2\,\partial a_2}{\partial x} + a_1 a_4 = 0,$$

et, lorsqu'on admet par exemple la dernière, l'équation (4) peut être remplacée par celle-ci

$$(7)\quad q + a_2 z = \mathrm{Y} e^{\int a_3 dx},$$

où Y ne dépend pas de x. Grâce aux deux équations non encore utilisées

du système (3), il s'en déduit en général une expression explicite de z, contenant Y avec ses dérivées des deux premiers ordres, puis pour Y une équation différentielle, du troisième ordre et linéaire. Celle-ci définissant une fonction de y seulement, ses coefficients ne peuvent renfermer x et, puisque l'intégration du système (3) est rattachée à cette équation, le résultat désiré se trouve obtenu.

» Au reste, alors même qu'aucune hypothèse n'est faite sur les équations du système (3), il existe une combinaison linéaire des deux dernières pour laquelle les transformations de Laplace fourniraient une décomposition immédiate. Sa recherche dépend d'une équation différentielle, linéaire et du troisième ordre, dont les coefficients, il est vrai, renferment un paramètre, mais dont une solution connue réduit, comme précédemment, tout le problème à l'intégration complète d'une équation différentielle linéaire, *dont les coefficients ne contiennent aucune arbitraire*.

Si les identités (2) sont vérifiées, à l'équation (1) on en peut associer une seconde

$$y'' + A_1 y'^3 + 3A_2 y'^2 + 3A_3 y' + A_4 = 0,$$

qui s'intègre en même temps qu'elle; ses coefficients sont donnés par les relations suivantes

$$(8)\quad \begin{cases} A_1 = -a_1, & A_2 = -a_2 + \dfrac{1}{3}\dfrac{\partial \log a_1}{\partial y}, \\ A_3 = -a_3 + \dfrac{2}{3}\dfrac{\partial \log a_1}{\partial x}, & A_4 = -\dfrac{1}{a_1}\left(\dfrac{\partial a_3}{\partial y} - \dfrac{2\,\partial a_2}{\partial x} + a_1 a_4\right), \end{cases}$$

où les lettres a et A peuvent être échangées l'une pour l'autre.

» L'expression générale des fonctions $a_1, \ldots, a_4$, qui satisfont aux identités (2), s'obtient si l'on suppose $a_4 = 0$, ou bien l'équation (6); ces deux cas se correspondent par des équations semblables à (8). Le premier donne lieu à des formules telles que celles-ci

$$(9)\quad \begin{cases} 3A_3 + \dfrac{\partial \log}{\partial x}\left(\dfrac{\partial \alpha}{\partial x}\right) = 0, \\ A_2 + \alpha + \dfrac{2}{3}\dfrac{\partial \log}{\partial y}\left(\dfrac{\partial \alpha}{\partial x}\right) = 0, \qquad A_4 = 0, \\ A_1\dfrac{\partial \alpha}{\partial x} + \dfrac{\partial^2 \alpha}{\partial y^2} + 3\alpha\dfrac{\partial \alpha}{\partial y} + \alpha^3 - 3H\alpha + H_1 = 0, \end{cases}$$

dans lesquelles ayant mis pour α une fonction entièrement arbitraire des deux variables, on assujettit H et H_1 à la seule condition de ne pas ren-

fermer x. Voici maintenant la règle pour intégrer l'équation (1), toutes les fois que la relation (6) est vérifiée avec les identités (2). A_1, A_2, A_3 étant définies selon les formules (8), je détermine une fonction α par l'équation

$$\alpha = -\left[A_2 + \frac{2}{3}\frac{\partial \log}{\partial y}\left(\frac{2\,\partial A_3}{\partial y} - \frac{\partial A_2}{\partial x}\right)\right],$$

d'où doit résulter la suivante

$$\frac{\partial \alpha}{\partial x} = \frac{2\,\partial A_3}{\partial y} - \frac{\partial A_2}{\partial x},$$

puis je prends

$$3H = \frac{\partial A_1}{\partial x} - 3A_1A_3 + \frac{\dfrac{\partial^3 \alpha}{\partial x\,\partial y^2}}{\dfrac{\partial \alpha}{\partial x}} + 3\left[\frac{\partial \alpha}{\partial y} + \alpha^2 + \alpha\,\frac{\partial \log}{\partial y}\left(\frac{\partial \alpha}{\partial x}\right)\right],$$

et la fonction H est indépendante de x, en vertu des relations (2) et (6); je me sers enfin pour obtenir H_1 de la dernière des équations (9). Cela fait, si l'on construit l'équation différentielle,

$$(10) \qquad Y''' - 3HY' - (3H' - H_1)Y = 0,$$

dont les coefficients ne renferment pas x, la solution générale du système (3) est donnée par cette formule

$$z = A_1^{-\frac{1}{3}}\left(\frac{\partial \alpha}{\partial x}\right)^{-\frac{2}{3}}\left[Y'' - \alpha Y' + \left(\frac{\partial \alpha}{\partial y} + \alpha^2 - 3H\right)Y\right]$$

et $z = 0$ exprime l'intégrale de l'équation proposée (1). Les difficultés qui peuvent se rencontrer dans l'étude de cette dernière ne tiennent pas, on le voit, à la fonction α, mais uniquement à la nature des fonctions H et H_1, qui figurent seules dans l'équation (10). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Note historique sur une série dont le terme général est de la forme* $A_n(x-a_1)(x-a_2)\ldots(x-a_n)$. Note de M. G. **Eneström**, présentée par M. Hermite.

« Dans une Note intitulée : *Sur la formule d'interpolation de Lagrange*, et insérée au Tome CI, pages 1050-1053, 1129-1131 des *Comptes rendus*, M. J. Bendixson s'est occupé de la série

$$(A) \qquad \left\{ \begin{aligned} \frac{1}{\alpha - x} = \frac{1}{\alpha - a_1} &+ \frac{x - a_1}{(\alpha - a_1)(\alpha - a_2)} + \ldots \\ &+ \frac{(x-a_1)\ldots(x-a_\nu)}{(\alpha - a_1)\ldots(\alpha - a_\nu)(\alpha - a_{\nu+1})} + \ldots. \end{aligned} \right.$$

» Cette série a aussi été indiquée par d'autres auteurs, par exemple par M. Fröbenius dans le Mémoire *Ueber die Entwickelung analytischer Functionen in Reihen die nach gegebenen Functionen fortschreiten*, inséré dans le *Journal de Crelle* (t. 71, p. 1 et suiv.). M. Fröbenius pose

$$P_n(x) = (x - a_0)(x - a_1)\dots(x - a_{n-1})$$

et donne la série sous la forme

$$\sum_0^{n-1} \frac{P_\nu(x)}{P_{\nu+1}(y)} = \frac{1}{y-x}\left[1 - \frac{P_n(x)}{P_n(y)}\right].$$

» Au point de vue historique, la série citée a un intérêt particulier, parce qu'elle est la première de cette espèce qui a été étudiée par les géomètres, et parce qu'elle a été indiquée déjà au commencement du XVIIIe siècle, c'est-à-dire à une époque où la théorie générale des séries infinies était encore peu développée.

» En effet, Nicole, dans son Mémoire *Méthode pour sommer une infinité de suites nouvelles, dont on ne peut trouver les sommes par les méthodes connues* (*Mémoires de l'Académie royale des Sciences de Paris,* année 1727, p. 257-268), a proposé la série

$$\text{(B)}\quad \frac{1}{a} + \frac{b}{a(a+c)} + \frac{b(b+c)}{a(a+c)(a+d)} + \frac{b(b+c)(b+d)}{a(a+c)(a+d)(a+e)} + \cdots;$$

on voit de suite que cette série devient identique avec (A) si l'on y pose

$$\alpha = a,\quad x = b,\quad a_1 = 0,\quad a_2 = -c,\quad a_3 = -d,\quad a_4 = -e,\quad \dots.$$

» Pour sommer la série (B), Nicole part de la fraction $\frac{1}{a-b}$, qu'il transforme successivement en

$$\frac{1}{a} + \frac{b}{a(a-b)},\quad \frac{1}{a} + \frac{b}{a(a+c)} + \frac{b(b+c)}{a(a+c)(a-b)},\quad \dots;$$

il s'ensuit que la somme d'un nombre fini de termes de la suite (B) est égale à l'expression

$$\frac{1}{a-b} - \frac{b(b+c)(b+d)(b+e)\dots}{a(a+c)(a+d)(a+e)\dots}\,\frac{1}{a-b}.$$

» Nicole suppose maintenant que toutes les quantités $c, d, e, \dots$ soient finies. Il remarque que si $b < a$, le second terme est évidemment infiniment petit quand la série devient infinie, et que, par conséquent, $\frac{1}{a-b}$ est la somme de la série infinie (B); pendant que, si $b > a$, la somme de la série

est infiniment grande. Il fait aussi observer que, de la série (B), on obtient la série géométrique en posant

$$c = d = e = \ldots = 0.$$

» Le cas où la série des quantités $c, d, e, \ldots$ tend vers l'infini n'est pas traité par Nicole.

» Je me permets d'appeler spécialement l'attention sur le fait que Nicole distingue expressément le cas où la série (B) a une somme finie, du cas où la somme est infiniment grande. En effet, à cette époque-là, les géomètres attribuaient ordinairement aux séries des sommes sans fixer les conditions de convergence. »

ANATOMIE. — *Recherches sur la structure des centres nerveux chez les Arachnides*. Note de M. **G. Saint-Remy**, présentée par M. H. de Lacaze-Duthiers.

« Dans une Communication précédente, j'ai fait connaître le résultat de mes recherches sur la structure du cerveau du Scorpion. J'ai, depuis, étendu mes observations aux Aranéides (*Tegeneria domestica, Epeira diadema*) et aux Phalangides (*Phalangium opilio*). Dans ces ordres le cerveau offre le même plan d'organisation que dans celui des Scorpionides. La substance médullaire du ganglion optique y forme également à la partie supérieure et postérieure un bourrelet transversal que l'acide osmique colore fortement en noir et montre divisé en trois lamelles. Les commissures œsophagiennes sont formées par le ganglion des chélicères.

» Les cellules nerveuses chez les Arachnides semblent pouvoir être divisées en deux groupes : les unes ont une couche protoplasmique bien nette entourant le noyau ; les autres, très pauvres en protoplasma, paraissent représentées seulement par un noyau et correspondant « aux noyaux ganglionnaires » de Dietl. Ces dernières paraissent n'exister que dans le cerveau, et plus spécialement dans la région optique dont elles forment en grande partie l'écorce. Il est permis de rapprocher ce fait de ce qui a été observé chez les Insectes, où les « noyaux ganglionnaires » forment la majeure partie des couches cellulaires du ganglion optique et des corps fongiformes.

» A l'égard de la masse sous-œsophagienne, Schimkewitsch a indiqué, dans son *Anatomie de l'Epeire,* que chez les Aranéides elle est formée de six centres de chaque côté de la ligne médiane, les cinq premiers étant les

ganglions thoraciques, le dernier étant ce qu'il appelle le *ganglion abdominal.* On retrouve cette disposition chez les Phalangides, où elle avait déjà été esquissée par Leydig (*Arch. f. A. u. Ph.*, 1862).

» Chez le Scorpion, la portion sous-œsophagienne du système nerveux est constituée par une masse principale due à la fusion des ganglions thoraciques et des premiers ganglions abdominaux, et par sept ganglions abdominaux séparés qui lui font suite. La masse nerveuse affecte à peu près la forme d'un triangle isoscèle dont la base, tournée en avant, serait fortement échancrée. Les deux angles antérieurs donnent naissance aux nerfs des pédipalpes, volumineux; je n'ai jamais observé entre eux, ni sur les pièces entières, ni sur les coupes, le tubercule médian indiqué par M. Blanchard et d'où partiraient d'après lui les nerfs buccaux. La structure de cette masse est la même que dans les deux autres groupes; les quatre cinquièmes antérieurs, environ, représentent la portion thoracique. Dans cette région la masse médullaire est divisée latéralement en cinq lobes d'où partent les nerfs des palpes et des pattes. Ces lobes, peu marqués à la partie supérieure, le sont au contraire beaucoup plus à la partie inférieure, où ils s'écartent et sont séparés par des amas considérables de cellules nerveuses. La portion postérieure représente une pointe qui se continue en arrière par les deux commissures allant au premier ganglion abdominal libre. Elle est formée de deux moitiés latérales de substance médullaire séparées incomplètement par un prolongement du névrilemme qui s'élève verticalement et revêtues de chaque côté par un amas de cellules ganglionnaires. La partie supérieure a la structure ordinaire; la partie inférieure est formée par deux noyaux symétriques de substance médullaire d'une structure particulière, d'où partent, en arrière et en bas, les nerfs qui vont aux organes pectiniformes. Dans ces centres, la substance médullaire se montre différenciée en rubans courts et épais plus fortement colorés par l'acide osmique et diversement contournés. Cette structure a la même origine que celle indiquée par Dietl pour les lobes antennaires, c'est-à-dire qu'elle est due à la plus grande finesse, en certains points du réticulum, de la substance médullaire. Cette analogie de structure entre les centres nerveux des peignes et ceux des antennes appuie l'opinion qui regarde les peignes comme des organes sensoriels. Il n'existe naturellement rien de semblable dans la masse sous-œsophagienne des Aranéides et des Phalangides. En arrière, ce noyau médullaire donne naissance au nerf du peigne; en avant, il se continue par un faisceau de fibrilles qui se confondent sur la ligne médiane avec celles qui envoient

les autres ganglions de la masse vers la partie antérieure et probablement jusqu'au cerveau.

» Les ganglions de la chaîne se montrent nettement formés de deux moitiés fusiformes, symétriques, fusionnées seulement dans la région moyenne : le névrilemme forme sur la ligne médiane, à la face inférieure, une crête dans la substance médullaire. De chaque côté de cette crête existe une couche de cellules qui s'étend un peu sur les faces latérales. La face supérieure des ganglions, comme celle de la masse sous-œsophagienne, ne présente pas de cellules.

» La substance médullaire (*Punktsubstanz* de Leydig) montre, après traitement par l'acide osmique, un aspect finement réticulé. En certains points elle est nettement formée de fines fibrilles.

» Je suis heureux d'offrir à M. le prof. de Lacaze-Duthiers mes plus vifs remercîments pour l'obligeance avec laquelle il m'a fait envoyer plusieurs fois des Scorpions de son laboratoire de Banyuls. »

GÉOLOGIE. — *Nouvelles recherches sur la configuration et l'étendue du bassin houiller de Carmaux*. Note de MM. **Alfred Caraven-Cachin** et **Grand**, présentée par M. Hébert.

« Pour se faire une idée de la configuration primitive du bassin houiller, il faudrait annuler par la pensée les mouvements qui lui ont donné sa forme actuelle. Ici le champ des hypothèses est ouvert.

» Cependant, grâce à nos études et aux sondages qui viennent d'être exécutés sur le bassin de Carmaux pour déterminer l'étendue souterraine du bassin houiller, nous pensons que le vase de dépôt était assez accusé, puisque, à la limite nord du bassin, il atteint une profondeur de 379^m. De plus, ce vaste sillon est formé par une ondulation du terrain primitif en forme de vallée plus ou moins large, à pente assez accentuée, ouverte du côté du midi, barrée au nord, à l'est et à l'ouest par les micaschistes.

» Voici les coupes des sondages :

1° *Sondage de l'Arbonne* (160^m d'altitude).

Terrain tertiaire	95^m
Terrain houiller	manque
Terrains anciens.	

2° *Sondage de Saint-Quintin* (228m d'altitude).

Terrain tertiaire	75m
Terrain houiller sans couches de houilles	175m
Diorite.	

3° *Sondage de la Maurélié* (245m d'altitude).

Terrain tertiaire	115m
Terrain houiller décomposé	25m
Terrain primitif.	

4° *Sondage de Cagnac* (317m d'altitude).

Terrain tertiaire		156m
Terrain houiller, 180m.	Épaisseur de la première couche de houille	1,30
	Épaisseur de la deuxième couche de houille	6
	Épaisseur de la troisième couche de houille	16

» Ainsi donc, les études sur le terrain et les sondages accomplis jusqu'à ce jour autour de Carmaux nous font connaître, avec toute la certitude désirable, les limites nord, est et sud du bassin houiller de cette localité. Quant à la limite ouest, il est probable que les micaschistes de Monestiés lui servent de ceinture. En outre, ces observations nous permettent de constater que le bassin de Carmaux occupe, dans sa partie souterraine, une étendue d'environ 11km de longueur, de Rozières à Saint-Quintin. C'est là un fait d'une haute importance pour l'avenir industriel de nos charbonnages.

» C'est dans cette vallée, formée par les terrains primitifs, et dont nous ne connaissons pas encore exactement la largeur, que les strates houillères se sont accumulées horizontalement, toujours et généralement partout sous une faible hauteur d'eau et grâce à l'affaissement, tantôt lent, tantôt saccadé, qui a duré tout le temps de la formation. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les affinités des flores oolithiques de la France occidentale et de l'Angleterre.* Note de M. **L. Crié**, présentée par M. Chatin.

« J'ai exposé dans cette Note les premiers résultats de mes études comparatives concernant les flores oolithiques de la France occidentale et de l'Angleterre.

» Les conifères sont représentés à Mamers (Sarthe) et à Scarborough (Yorkshire) par des empreintes de *Brachyphyllum* qui offrent une remarquable identité.

» Le *Brachyphyllum mamillare* Brgn., fossile de la flore de Scarborough, a été récemment découvert dans la grande oolithe de Mamers ([1]). Cette espèce, qui ne peut être confondue avec le *Brachyphyllum Desnoyersii* Sap., tient le milieu, ainsi que l'a fait observer M. G. de Saporta entre le *Brachyphyllum Papareli* Sap., et le *B. moreananum* Sap., des calcaires blancs coralliens des environs de Verdun. Le *B. Desnoyersii* Sap., dont les couches de Mamers et d'Etrochey renferment les restes, existe aussi en Angleterre, à Christian Malford (Wiltshire). Je possède des fragments de rameaux de *Brachyphyllum Desnoyersii* qui laissent voir la disposition, en écussons, des anciennes feuilles; sur d'autres spécimens, le tissu des branches est représenté par une cavité enduite d'une légère poussière brune.

» Le moule produit par ces parties de la plante montre que leur surface était couverte de tubercules à base hexagonale formant des sortes de pyramides obtuses à arêtes quelquefois très marquées. Ces tubercules sont disposés en séries longitudinales régulières, lorsque la compression ne les a pas déformés. Ailleurs, sur les plus grosses tiges, le sommet des feuilles présente une cicatricule en forme de fossette. Cette fossette correspond sans doute à la petite proéminence qui existe à la face dorsale des feuilles chez la plupart des *Brachyphyllum*. Quelques échantillons pourvus de cicatrices hexagonales, déprimées et séparées les unes des autres par de larges sillons, permettent de s'assurer que ces écussons devenaient plus larges à mesure que la tige augmentait d'épaisseur. La présence respective des deux conifères que je viens de mentionner n'est pas le seul lien qui rattache la végétation oolithique de l'ouest de la France à celle de l'Angleterre. Si nous considérons la famille des Cycadées, il est facile de constater entre Mamers et Scarborough une aussi étroite affinité. L'*Otozamites graphicus* Schimp. (*Otopteris graphica* Bean) est connu aujourd'hui dans les dépôts oolithiques de Mamers (Sarthe), de Valognes (Manche) et de Scarborough (Yorkshire).

» L'*Otozamites pterophylloides* Brongn. ([2]), que j'ai récemment décou-

---

([1]) *Voir* L. Crié, *Contribution à la flore oolithique de l'ouest de la France.* (*Comptes rendus*, 6 juillet 1885.)

([2]) L'*Otozamites Brongniartii* Schimp. est une forme bathonienne de l'oolithe de Mamers qui appartient au groupe de l'*Otozamites pterophylloides*.

vert aux environs de Mamers, possède des feuilles polymorphes dont quelques-unes ne diffèrent réellement par aucun caractère appréciable de celles de l'*Otopteris acuminata* Lindley, de la flore de Scarborough.

» Je citerai aussi l'*Otozamites Saportana,* nov. sp., qui témoigne d'une étroite analogie d'aspect et de nervation avec la plante de l'oolithe anglaise que Bean a nommée *Pterophyllum medianum;* et le *Cycadites mamertina,* nov. sp., espèce élégante dont les feuilles retracent fidèlement le type du *Cycadites pecten* Phill., du Yorkshire.

» Il existe encore à Scarborough des empreintes qui accusent une grande ressemblance, dans la disposition des feuilles et surtout dans le réseau veineux, avec l'*Otozamites marginatus* Sap., remarquable espèce de la flore de Mamers. Cette Cycadée et plusieurs de ses formes, dont l'affinité mutuelle est visible, ont dû recouvrir, vers le milieu de la période oolithique, certains points du sol émergé de l'Europe, dans les Alpes vénitiennes et aux environs de Mamers et de Scarborough. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Trombe du 14 septembre à Marseille.* Lettre de M. **Barthelet** à M. Faye.

« J'ai pu observer la trombe qui a signalé, à Marseille, l'orage du 14 septembre. Voici la Note que j'ai rédigée immédiatement :

» Nous étions sur la terrasse de la Réserve, du côté du couchant. Vers 12^h40^m (heure de Paris) dans des nuages gris assez peu foncés, j'ai vu une nuée plus claire, tirant sur le blanchâtre de la vapeur d'eau condensée, s'allonger en cône très pointu. Je fus sur le point de la signaler à mes convives en leur disant que cela ressemblait à une trombe qui commençait.

» La situation apparente de la partie centrale était sur une ligne se dirigeant de l'endroit où nous nous trouvions sur l'Estaque ou le vallon de Riou, mais verticalement elle se trouvait au-dessus de la mer, probablement à la hauteur du village ou de la gare de l'Estaque.

» La pointe était déviée assez fortement dans le sens de l'ouest, direction suivie par les deux orages qui s'étaient produits le matin, l'un vers 10^h, l'autre vers 11^h.

» Comme je croyais n'avoir observé qu'un jeu de la nature, je n'y pensais plus; mais, quelques minutes après (quatre à cinq au plus), nos voisins de table se levèrent en disant : « Une trombe! »

» Nous regardâmes du même côté et je vis que le cône que j'avais remarqué quelques minutes auparavant avait atteint la mer.

» Le tube, d'une coloration plus claire que les nuages, s'allongea en se recourbant davantage; alors que la distance du pied à la projection de l'entonnoir était d'abord sensiblement égale à la hauteur de ce dernier, elle devint bientôt assez notablement plus grande.

» L'ensemble se déplaçait avec une certaine rapidité vers l'ouest.

» A la base, une espèce de nuage de vapeur et d'écume, d'un diamètre apparent d'une quarantaine de mètres, annonçait un trouble très grand à la surface de la mer; mais il semblait que ce trouble, en raison des espèces de jets d'eau qui s'élevaient des bords, fût causé par un *refoulement*. Il ne nous a pas paru possible qu'une aspiration pût produire un pareil mouvement.

» Le tuyau de la trombe était coloré en certains endroits en nuances plus claires, et présentait des spirales dans le sens d'une hélice.

» A $12^h 55^m$ (h. de Paris), le tube s'évanouit presque en même temps sur toute sa longueur : il m'a semblé cependant que la rupture s'était faite d'abord par le bas et en un ou deux endroits, mais je ne voudrais pas l'affirmer. Le nuage d'écume et d'eau soulevée a persisté pendant quelques instants avec la même apparence qu'il avait pendant sa jonction avec le sommet de la trombe.

» Au moment où j'ai commencé à observer la trombe complète, le centre était dans la direction de la batterie de la Corbière, la base sur le prolongement d'une ligne joignant la Réserve au laboratoire de Zoologie maritime d'Endoume, plutôt sur la droite que sur la gauche. Quand le phénomène a cessé, la base allait disparaître derrière Ratonneau ; je n'ai pas observé où était le centre. La trombe s'était déplacée parallèlement au rivage. Aucune embarcation ne paraissait dans cette partie du golfe de Marseille. Un vapeur a paru dix minutes après la cessation de la trombe, débouchant derrière Ratonneau.

» Il ne semblait pas pleuvoir dans la région de la trombe. »

M. **L. Fauvart-Bastal** adresse une Note relative à « un nouveau système pour la pose des rails d'une voie ferrée ».

La séance est levée à 4 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 septembre 1886.

Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Médecine de Belgique. Collection in-8°, t. VIII (premier Fascicule). Bruxelles, F. Hayez, 1886; in-8°.

Observations sur les groupes sédimentaires les plus anciens du nord-ouest de la France; par M. Hébert. Paris, Gauthier-Villars, 1886; in-4°. (Extrait des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences.*)

La Cinétique moderne et le Dynamisme de l'avenir. Réponse à diverses critiques faites par M. Clausius; par G.-A. Hirn. Paris, Gauthier-Villars, 1887; in-4°. (Présenté par M. Faye.)

Fossiles caractéristiques des terrains sédimentaires dessinés sous la direction de M. A. de Lapparent; par Paul Fritel : *Fossiles tertiaires.* Paris, F. Savy, 1886; in-4°.

Annales de la Société d'émulation du département des Vosges, 1886. Épinal, V. Collot; Paris, A. Goin, 1886; in-8°.

Théorie des machines magnéto et dynamo-électriques; par M. A. Vaschy. Paris, Dunod, 1886; in-8°. (Extrait des *Annales télégraphiques.*)

ERRATA.

(Séance du 2 août 1886.)

Page 362, ligne 12, *au lieu de* à travers un prisme, *lisez* dans l'intérieur d'un prisme.

(Séance du 6 septembre 1886.)

Page 490, lignes 7 et 9, *au lieu de* décroissants, *lisez* croissants.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 SEPTEMBRE 1886.

PRÉSIDÉE PAR M. ÉMILE BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les sucres;* par M. **Berthelot.**

« 1. J'ai eu occasion d'examiner dans ces derniers temps quelques principes nouveaux, résultant de l'association des sucres entre eux : non par une combinaison stable de l'ordre des saccharoses, mais par une combinaison facile à dédoubler, même par les dissolvants, et comparable aux hydrates et aux alcoolates.

» 2. L'un de ces composés a été observé dans un flacon renfermant du sucre interverti, préparé il y a une trentaine d'années, avec un soin tout particulier, lors de mes anciennes recherches sur les sucres. Le liquide sirupeux obtenu tout d'abord s'était rempli peu à peu de groupes sphéroïdaux de cristaux rayonnés, de même apparence que le glucose ordinaire, avec lequel on les confond en général. Cependant ils ne lui sont pas identiques.

» J'ai séparé ces cristaux et je les ai déposés sur du papier buvard, pour les débarrasser de l'eau mère sirupeuse qui les imprégnait. Cette opération a été fort longue ; il a fallu renouveler un grand nombre de fois le papier,

en évitant d'exercer une pression susceptible d'écraser les masses cristallines, et de façon à absorber l'eau mère par capillarité. Au bout de quelques semaines, j'ai obtenu une matière blanche et légère, cristalline, ne tachant aucunement le papier, même avec le concours d'une forte pression, toute pareille au glucose purifié. Elle en possède la formule, soit

$$C^{12}H^{12}O^{12} \text{ à l'état anhydre;}$$
$$C^{12}H^{12}O^{12} + H^2O^2 \text{ à l'état ordinaire.}$$

» Dans ce dernier état, elle a perdu 10,3 d'eau, à 110°. La formule exige 10,0.

» Le pouvoir réducteur sur le tartrate de cuivre et de potasse répond aussi sensiblement à celui du glucose.

» On a fait fermenter avec la levure de bière un poids de ce glucose égal à $0^{gr},270$. Le volume de l'acide carbonique trouvé, réduit à 0° et $0^{m},760$, en tenant compte, d'une part, de la tension de la vapeur d'eau, et d'autre part, du gaz resté dissous, répondait à $0^{gr},276$, d'après le calcul théorique. Le composé obtenu était donc entièrement fermentescible.

» Ce qui le caractérise, c'est son pouvoir rotatoire, lequel a été trouvé $\alpha_D = +32°,2$; après quarante-huit heures de dissolution et à la température de 21° (rapporté au corps anhydre). Ce pouvoir rotatoire est à peine supérieur à la moitié de celui du glucose ordinaire (+ 52°); il distingue nettement le nouveau composé.

» C'est une combinaison de glucose et de lévulose, l'un des deux sucres jouant le rôle d'eau de cristallisation par rapport à l'autre. D'après la valeur du pouvoir rotatoire, on aurait 1 lévulose + 5 glucose; les dissolvants le dédoublent.

» 3. Il existe plusieurs composés de cet ordre, formés en proportions différentes, comme il arrive pour les hydrates d'un même sel. En effet, j'ai déjà eu entre les mains, il y a longtemps, un composé du même genre préparé par Gélis, parfaitement blanc et sec, et dont le pouvoir rotatoire (teinte de passage) était égal à + 15°; ce qui répondrait aux rapports : 1 lévulose + 3 glucose.

» 4. On pourrait en rapprocher encore le sucre neutre, signalé par divers observateurs comme un produit intermédiaire dans la fermentation alcoolique. Il répondrait aux rapports : 1 lévulose + 2 glucose. Mais je ne sais si ce composé a jamais été isolé à l'état cristallisé, comme les deux précédents.

» 5. J'ai obtenu une combinaison du même ordre, en cherchant à

extraire le raffinose des tourteaux de coton, où il a été signalé par M. Ritthausen. Le raffinose est un sucre cristallisable, découvert par M. Loiseau et étudié par MM. Scheibler et Tollens. Pour l'obtenir, 50^{kg} de tourteaux ont été traités par portions successives, dans un digesteur, au moyen d'alcool à 85°. On a distillé l'alcool, amené le résidu aqueux en consistance de sirop et laissé reposer. Au bout de quelques semaines, la cristallisation a commencé. On a placé la liqueur dans des assiettes plates, sous une très faible épaisseur, et il s'y est formé peu à peu des centres cristallins rayonnés, qui ont absorbé la majeure partie du liquide.

» Au bout de quelques mois, la cristallisation était fort avancée, sans que la masse fût entièrement solidifiée; on a placé les cristaux sur du papier buvard et on les a laissé égoutter par capillarité sous une très faible pression, en évitant de les écraser. De temps en temps on renouvelait le papier. L'égouttage a été extrêmement long, à cause de la viscosité de l'eau mère. Cependant on a fini, après trois mois (été 1886), par obtenir des cristaux qui ne tachaient plus aucunement le papier. Ils ne doivent être ni lavés à l'alcool, ni traités par aucun dissolvant.

» Ces cristaux n'étaient autre chose que du *mélitose*, sucre que j'ai extrait autrefois de la manne d'Eucalyptus, traitée par l'eau seule. Ils en offraient le pouvoir rotatoire et les propriétés essentielles.

» Ils se présentaient de même sous la forme de cristaux tendres, un peu mous, extrêmement fins, rappelant le glucose plutôt que le raffinose, lequel se sépare en mamelons durs et grenus. Ils avaient aussi la propriété suivante qui est caractéristique. Leur dissolution, traitée par la levure de bière, n'a fermenté que partiellement et de façon à produire une dose d'acide carbonique à peu près égale à la moitié de la dose correspondant au même poids de glucose. Il est resté dans la liqueur, à côté de l'alcool formé, un liquide incristallisable non fermentescible par la levure, offrant les propriétés de l'eucalyne.

» Le mélitose ainsi obtenu est donc une combinaison de deux principes sucrés, dont un seul est fermentescible par la levure. Mais cette combinaison n'est pas comparable aux saccharoses, comme je l'avais cru à l'origine. En effet, si on la traite par l'alcool bouillant, elle se dédouble en raffinose et eucalyne. Préparé par le dédoublement du mélitose, au moyen de l'alcool bouillant, le raffinose se sépare lentement, pendant le refroidissement, ou même plus tard, en cristaux durs et grenus, adhérant aux parois du vase. L'eucalyne reste dans les eaux mères.

» Si l'alcool est trop peu abondant ou trop concentré, il s'en sépare

pendant le refroidissement une couche sirupeuse, où l'eucalyne domine, bien qu'elle entraîne une dose variable de raffinose. Ce sirop, traité par l'alcool à 90°, ne s'y dissout pas tout d'abord. Mais, au bout de quelques jours, dans un vase simplement couvert avec une lame de verre, il se développe des cristaux un peu mous, sous la couche alcoolique, et la masse tout entière éprouve peu à peu la même transformation : il semble que l'eucalyne et le raffinose, séparés d'abord par l'action de l'alcool bouillant, se soient recombinés peu à peu à froid, sous l'influence d'un contact prolongé et en absorbant, aux dépens de l'atmosphère, de l'eau de cristallisation, tandis qu'une partie de l'alcool s'évapore. Cependant je n'ai pas fait une étude spéciale de ces derniers cristaux.

» D'après ces faits, il est clair que, si l'on emploie l'alcool bouillant pour purifier par dissolution les cristaux primitifs de mélitose, on obtiendra seulement du raffinose. Celui-ci, d'après mes essais, se sépare également au début, dans une eau mère aqueuse, amenée en consistance de sirop, et dont on provoque la cristallisation rapide, à l'acide de quelques cristaux de raffinose préexistants.

» La diffusion du mélitose et par suite de son dérivé, le raffinose, dans le règne végétal, résulte de ces observations. La même chose est déjà arrivée pour les divers sucres isomères du sucre de canne, que j'ai découverts il y a trente ans et qui m'ont permis de constituer la famille, nouvelle alors, des saccharoses : tels que le tréhalose, retrouvé peu de temps après par M. Mitscherlich (sous le nom de mycose) et depuis par M. Müntz dans un grand nombre de mucédinées; et le mélézitose, retrouvé par M. Villiers dans l'*Alhagi Maurorum*. Le mélitose, que j'en avais rapproché à l'origine, a une constitution plus complexe, puisqu'il résulte de l'association d'un saccharose véritable, le raffinose, avec un hydrate de carbone non fermentescible, l'eucalyne. Mais leur association est moins étroite que celle des deux glucoses constitutifs des saccharoses; au lieu d'être comparable, comme cette dernière, à la constitution des éthers proprement dits, elle doit être rapprochée des hydrates et des alcoolates, faciles à dédoubler sous toutes sortes d'influences. Il est probable que certains hydrates de carbone, naturels ou artificiels, signalés par les auteurs, appartiennent à ce groupe de combinaisons.

» Quoi qu'il en soit, les faits que j'ai observés rappellent les difficultés que l'on rencontre si souvent dans la préparation des sels doubles; ils fournissent une nouvelle preuve du rôle tout spécial des dissolvants dans l'extraction des principes immédiats; car, suivant que l'on emploie l'eau ou

l'alcool, on peut obtenir soit du mélitose, soit du raffinose. La même diversité de produits peut résulter aussi de l'emploi des germes de cristaux, pour déterminer la séparation de tel ou tel principe dans une même liqueur. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Conditions de la rapidité des images dans la chrono-photographie*. Note de M. **Marey**.

« En exposant les principes de cette méthode d'analyse des mouvements (1), j'indiquais la nécessité d'éclairer vivement l'objet qu'on étudie et de placer derrière lui un fond absolument noir. En effet, si petite que soit la quantité de lumière que le fond émette dans l'objectif, comme cette émission se répète à chaque passage d'une fenêtre de l'obturateur rotatif, la somme de lumière émise par le fond finit par être assez importante pour voiler les images.

» Notre illustre Confrère M. Chevreul a résolu le problème d'obtenir le noir absolu, au moyen d'un trou percé dans les parois d'une caisse dont l'intérieur est noir ; c'est donc à lui que revient l'honneur d'avoir rendu possible une méthode extrêmement puissante d'analyse des mouvements rapides.

» Mais on rencontre de grandes difficultés d'exécution, lorsque, au lieu d'un petit trou ouvert dans une cavité obscure, il faut avoir une ouverture de plusieurs mètres de largeur et de hauteur, au devant de laquelle un homme ou un animal de grande taille puisse effectuer un parcours assez étendu.

» Un premier fond noir, qui m'a servi jusqu'à ces derniers temps, était formé d'un hangar de 3^m de profondeur tapissé de velours noir. Cette profondeur étant insuffisante, j'ai dû construire un autre hangar, qui a 10^m de profondeur et autant de largeur. On réduit la hauteur de l'ouverture au strict nécessaire, au moyen de châssis mobiles, et l'on obtient ainsi une obscurité bien plus parfaite qu'avec la disposition primitive. Mais certaines imperfections existent encore. Le sol de l'écran, bien que recouvert de bitume, reflète à l'intérieur du hangar une certaine quantité de lumière, de sorte que les parois noircies ne sont pas dans une complète obscurité. L'idéal serait sans doute de creuser le sol à une profondeur assez grande pour que la lumière solaire ne l'éclaire jamais.

(1) Voir *Comptes rendus*, séance du 10 avril 1882.

» Dans la construction dont je dispose, j'espère améliorer beaucoup les conditions d'obscurité du fond en recouvrant le bitume de bandes de velours au moment des expériences.

» Enfin, il faut avoir soin d'arroser fréquemment le terrain voisin de l'ouverture noire, sans quoi les poussières soulevées par les pieds d'un marcheur ou par le vent des ailes d'un oiseau voilent souvent les images par la lumière qu'elles émettent.

» Avec les dispositions actuelles, j'ai déjà pu réduire le temps de pose, pour chaque image, à un *deux-millième* de seconde et me propose de le réduire encore.

» Les nouvelles photographies montrent que cette diminution du temps de pose accroît singulièrement la netteté des images. L'Académie se souvient peut-être des premiers essais que je lui ai soumis et qui, à côté des épreuves nouvelles, n'étaient guère que des silhouettes d'oiseaux. Ici le pivotement des pennes sur leur axe longitudinal est parfaitement visible, ainsi que les mouvements imprimés au corps de l'oiseau par l'abaissement et l'élévation de ses ailes.

» Sans entrer dans le détail de ces réactions délicates, qui feront l'objet d'une Note spéciale, je désirais signaler à l'Académie les notables progrès réalisés dans l'obtention des images chrono-photographiques, progrès qui s'accentuent à mesure que, dans les dispositifs expérimentaux, on s'approche davantage des conditions indiquées par M. Chevreul. »

PHYSIOLOGIE. — *Analyse cinématique de la locomotion du cheval* (1). Note de M. **Marey**. (En commun avec M. Pagès.)

« *Mouvements du membre antérieur.* — La chrono-photographie permet de rectifier les idées qui régnaient jusqu'ici relativement au jeu des différentes articulations des membres, aussi bien chez les animaux que chez l'homme. S'appuyant sur des considérations géométriques incomplètes, et faisant l'hypothèse la plus simple, la plupart des observateurs ont assimilé chacun des membres à un rayon tournant alternativement autour de l'une de ses extrémités, de l'inférieure pendant le poser, de la supérieure pendant le lever. Dans cette hypothèse, lorsque le pied est à l'appui, le rayon formé par le membre pivoterait autour de son extrémité inférieure en décrivant

(1) Voir Pagès, *Comptes rendus*, séance du 12 octobre 1885.

à sa partie supérieure un arc de cercle ; et, inversement, pendant le lever, le centre du mouvement étant à la pointe de l'épaule, le pied décrirait un arc de cercle à convexité inférieure. Tout en admettant l'oscillation pendulaire des membres, M. Colin, d'Alfort, fait intervenir les puissances musculaires aux diverses phases du lever ; en sorte que son opinion est intermédiaire entre les conceptions des observateurs qui l'ont précédé et celles qui sont basées sur les résultats fournis par l'expérimentation graphique.

» En raison de l'extrême complexité des figures chrono-photographiques de la locomotion du cheval, il nous a semblé avantageux de ne représenter que certaines images, celles qui correspondent à des changements importants dans l'attitude du membre antérieur. Ce choix nous a conduit à diviser les périodes d'appui et de lever du pied, chacune en quatre temps de durées souvent fort inégales, mais nettement caractérisés par la flexion ou l'extension de certains rayons osseux, ou par des changements de courbure dans la trajectoire de certaines articulations. Nous aurons soin d'indiquer, à côté des figures représentant ces phases successives des allures, la durée qui correspond à chacune d'elles. Enfin, pour ce qui concerne l'évaluation des vitesses, il faudra nécessairement recourir ici à la chrono-photographie avec la série complète des images recueillies à des intervalles de temps égaux.

» ALLURE DU PAS. — La *fig.* 1 représente théoriquement les phases successives de l'oscillation du membre antérieur. La période d'appui se divise naturellement en *quatre* périodes caractérisées surtout : la première, par la rétrogradation du boulet, la deuxième par le pivotement du métacarpe et de l'avant-bras autour de l'articulation métacarpo-phalangienne immobile, la troisième par la rotation du rayon phalangien autour de la deuxième articulation médio-tarsienne, la quatrième par la rotation du sabot autour de son extrémité antérieure, qu'on désigne sous le nom de *pince*.

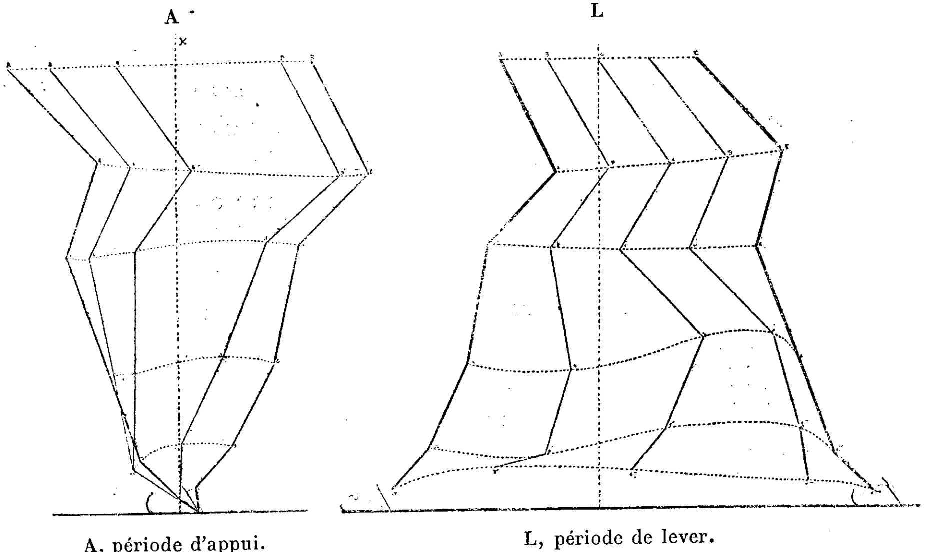
» Comme le centre du mouvement est dans la deuxième articulation des phalanges, il est nécessaire, dans l'analyse des trajectoires propres à chaque articulation, d'aller de ce point vers la partie supérieure du membre.

» 1° *Période d'appui.* — Immobile pendant les trois premiers temps de cette période qui comprennent les $\frac{9}{10}$ de l'appui, *le sabot* tourne ensuite autour de la pince en décrivant par sa partie postérieure ou talon un arc de cercle.

» *Le boulet,* rétrograde pendant le premier temps ($\frac{1}{10}$ de l'appui), reste immobile durant le deuxième temps ($\frac{3}{10}$ de l'appui) et décrit un arc de cercle autour du sabot dans le troisième temps ($\frac{5}{10}$ de l'appui). A partir de ce

moment, le boulet tendrait à descendre par l'obliquité croissante du rayon phalangien et par sa flexion sur le métacarpe vers la fin de l'appui ; mais il est sollicité à monter par le mouvement du sabot précédemment décrit et parcourt, en somme, un arc de cercle à convexité supérieure.

Fig. 1. — *Oscillations du membre anterieur dans le pas.*



A, période d'appui. L, période de lever.

» La rétrogradation et l'abaissement de l'articulation métacarpo-phalangienne se traduisent dans *le carpe* par un arc concave en avant et en haut, c'est-à-dire en sens inverse de la courbe décrite par le boulet durant le premier temps. Plus tard, la rotation de l'avant-bras et du métacarpe autour du boulet immobile fait parcourir au carpe un arc de cercle dont le centre est à l'articulation métacarpo-phalangienne.

» Sollicité ensuite, d'une part à monter par l'élévation du boulet et de la première articulation phalangienne et, d'autre part, à descendre par l'obliquité croissante du métacarpe et par sa flexion sur l'avant-bras vers la fin du troisième temps, le carpe décrit une courbe convexe supérieurement pendant les deux dernières phases de l'appui.

» *Le coude* décrit d'abord, comme le carpe, une courbe concave en avant et en haut, qui résulte du mouvement inverse du boulet et de la progression plus ou moins rapide de l'animal ; puis il parcourt un arc de cercle dont le centre est à l'articulation métacarpo-phalangienne immobile. Pendant les deux derniers temps de l'appui, sa trajectoire, convexe en

haut, dépend du mouvement du carpe précédemment analysé, de l'obliquité croissante de l'avant-bras et finalement de sa flexion sur le bras, qui commence vers la fin du troisième temps.

» La trajectoire de *l'articulation de l'épaule* est une courbe légèrement concave supérieurement; elle est engendrée par le mouvement des parties inférieures précédemment étudiées et par la flexion du coude qui augmente jusqu'au milieu du poser, pour faire place à un redressement pendant la deuxième moitié de cette phase du pas.

» Quant à la trajectoire de *la pointe de l'omoplate,* on pourrait sur la *fig.* 1 la considérer comme une ligne droite; mais dans les cas ordinaires on s'aperçoit que le redressement progressif du scapulum durant la première moitié du poser ne corrige pas complètement l'abaissement simultané de l'articulation de l'épaule, et que l'obliquité croissante du même rayon dans la deuxième moitié de l'appui ne compense qu'imparfaitement l'élévation de cette même articulation; en sorte que la trajectoire de la pointe de l'omoplate est une courbe concavo-convexe se rapprochant très sensiblement de la ligne droite.

» En résumé, la trajectoire en arc de cercle que décrirait la partie supérieure de l'épaule, dans l'hypothèse d'un membre rigide oscillant autour du pied à l'appui, se transforme en une ligne presque droite. Au début et à la fin du poser, le membre antérieur présente une longueur maximum, mais il offre en même temps un maximum d'obliquité; cette circonstance atténue beaucoup la convexité de l'arc de cercle qui, si le membre avait une longueur invariable, devrait avoir pour centre la deuxième articulation médio-phalangienne.

» Quant aux variations de longueur du membre, elles tiennent beaucoup plus à la flexion du rayon phalangien sur le métacarpe qu'aux variations de l'angle scapulo-huméral.

» 2° *Période de lever.* — Le centre du mouvement étant à la pointe du scapulum et au garrot qu'elle contribue à former, c'est en allant de la partie supérieure vers la partie inférieure du membre que nous étudierons les trajectoires des diverses articulations.

» Puisque le déplacement du garrot tient à l'action du membre à l'appui, *la pointe de l'épaule* du membre au lever suivra forcément la trajectoire très légèrement concavo-convexe du point correspondant du membre opposé (cette légère inflexion n'existe pas dans la *fig.* 1).

» *L'articulation de l'épaule* s'élèvera progressivement en décrivant une

courbe légèrement concave supérieurement, par suite de l'obliquité du scapulum, qui atteint son maximum à la fin du poser.

» *Le coude* parcourra une trajectoire de même forme, mais légèrement descendante par suite du mouvement du scapulum et de l'ouverture progressive de l'angle scapulo-huméral.

» Les inflexions des trajectoires sont beaucoup plus accentuées dans les rayons inférieurs du membre.

» Il est possible, cependant, de distinguer ici, comme dans le poser, quatre temps principaux à peu près d'égale durée; le premier commence aussitôt que le pied a quitté le sol et finit avec la flexion maximum du boulet correspondant au raccourcissement maximum du membre; le deuxième s'étend jusqu'à la flexion maxima du carpe; la fin du troisième temps correspond au même moment pour le coude.

» *Le carpe* décrit une double courbure, concave en haut dans les trois premiers temps, à cause de la flexion du coude, et convexe dans le quatrième temps, par suite de l'extension de cette articulation.

» *Le boulet* suit une ligne légèrement concave dans la première moitié de son parcours, par suite du mouvement du carpe et de la flexion progressive du métacarpe sur l'avant-bras; puis il se déplace en ligne droite, par l'action combinée du carpe qui s'élève et du métacarpe qui s'étend graduellement sur l'avant-bras. Enfin, pendant le quatrième temps, il s'abaisse assez brusquement par l'extension du membre tout entier.

» Durant le premier temps, *le sabot* décrit une courbe à concavité inférieure se rapprochant de plus en plus de celle du boulet, dont la disposition est inverse; les deux courbes se touchent presque dans un pas rapide. Ce mouvement du sabot est le résultat de la flexion rapide et intense du rayon phalangien qui se rapproche progressivement de la direction horizontale; à cet instant, la paroi inférieure du sabot a acquis sa plus grande obliquité et fait un angle de 45° environ avec le sol.

» La trajectoire du sabot, pendant les trois autres temps du lever, est une ligne presque droite, si ce n'est à son extrémité, où elle devient un peu convexe supérieurement. Ce déplacement du sabot, coïncidant avec le retour de sa paroi inférieure à la position horizontale, dépend de ce que l'élévation du boulet est corrigée par l'extension croissante du rayon phalangien.

» En résumé, l'arc de cercle ayant son centre au garrot, que devrait décrire le pied dans l'hypothèse d'une oscillation pendulaire, est transformé

en une courbe se rapprochant sensiblement de la ligne droite dans la plus grande partie de son étendue. Au début du lever, le membre antérieur tend vers la verticalité, mais se raccourcit par la flexion du rayon phalangien sur le métacarpe et, à un moindre degré, par la flexion du métacarpe sur l'avant-bras; ce raccourcissement est maximum quand le membre est vertical. Dans tout le reste du soutien, le membre augmente d'obliquité et de longueur, principalement par l'extension des rayons inférieurs.

» De ce qui précède, il résulte que les rayons inférieurs, phalanges, métacarpe et avant-bras, sont les agents essentiels des changements de longueur du membre et de la courbe décrite par le pied : le rayon phalangien agissant surtout au début, le métacarpe au milieu et l'avant-bras à la fin de cette période du pas.

» Nous n'avons examiné jusqu'ici que les trajectoires des différentes parties du membre antérieur; nous allons indiquer sommairement les *variations de leur vitesse*.

» A. *Phases de la vitesse pendant le poser.* — Immobile pendant les $\frac{9}{10}$ de l'appui environ, le pied pivote ensuite sur la pince et acquiert rapidement une certaine vitesse. Le boulet se meut dans le premier dixième de l'appui, en sens inverse de la progression de l'animal; il est ensuite immobile pendant les $\frac{3}{10}$ de l'appui; il s'élève enfin avec une vitesse graduellement croissante pendant tout le reste de cette période du pas.

» La rétrogradation du boulet se traduit dans le genou par une diminution de vitesse; son influence est moins sensible dans le coude; elle est à peu près nulle dans le garrot.

» L'arrêt de l'articulation métacarpo-phalangienne ne peut avoir qu'une faible influence sur le genou et le coude, grâce à la rotation simultanée du canon et de l'avant-bras qui fait que l'espace parcouru par ces deux articulations est proportionnel à leur distance du boulet immobile. Par conséquent, ni l'arrêt prolongé du pied, ni celui de l'articulation métacarpo-phalangienne, ni son mouvement de rétrogradation ne sauraient entraîner dans l'épaule, et à plus forte raison dans le garrot, des variations importantes de vitesse.

» C'est ainsi que, pendant le poser, le mouvement intermittent du sabot et du boulet, le mouvement irrégulièrement varié de ces deux points du membre et celui du genou, *se transforment, dans la partie supérieure du membre, en un mouvement continu et sensiblement uniforme.*

» B. *Phases de la vitesse pendant le lever.* — Les variations de vitesse des *articulations supérieures* ne sont pas plus intenses pour le membre au

soutien que pour le membre à l'appui dont elles dépendent. Quant aux *articulations inférieures*, les changements de vitesse sont moins intenses qu'on ne serait tenté de le supposer; ils n'augmentent pas proportionnellement à leur distance au centre de mouvement.

» *Le carpe* acquiert son maximum de rapidité dans le deuxième temps et son minimum pendant le quatrième temps où le ralentissement est très manifeste.

» *Le boulet* se meut avec une vitesse à peu près uniforme jusqu'au moment qui précède immédiatement le nouvel appui; dans *le pied*, la vitesse présente également de faibles variations : son maximum, correspondant au troisième temps, est suivi, à la fin du quatrième, d'un ralentissement notable qui précède l'appui.

» Allure du trot (*fig.* 2). — Il suffira de comparer la *fig.* 2 à la *fig.* 1 pour s'assurer que l'oscillation du membre se fait dans le trot comme dans

Fig. 2. — *Oscillations du membre antérieur dans le trot.*

Durée relative des quatre temps

du poser.		du lever.	
1er temps.........	$\frac{1}{6}$	1er temps................	$\frac{3}{17}$
2e »	$\frac{1}{6}$	2e »	$\frac{3}{17}$
3e »	$\frac{3}{6}$	3e »	$\frac{3}{17}$
4e »	$\frac{1}{6}$	4e »	$\frac{8}{17}$

le pas, avec cette différence, que les inflexions des diverses trajectoires et les variations de vitesse des différents points du membre y sont plus accentuées.

» Tout d'abord la rétrogradation intense et brusque du *boulet*, consécutive à la chute du corps, se traduit, dans *le carpe*, par une inflexion brusque de la trajectoire (une rétrogradation même dans le trot lent).

» Dans *le coude*, l'abaissement du boulet se fait peu sentir, et, si le *garrot* descend au milieu du poser, cela est dû bien moins au mouvement du boulet qu'à la flexion notable de *l'articulation de l'épaule*, flexion destinée à amortir la chute de l'animal et d'autant plus intense que l'allure est plus rapide.

» Ainsi, au poser, dans le trot, la pointe de l'épaule décrit un arc à concavité supérieure.

» Pendant le lever, l'extrémité supérieure du membre présentera, au milieu de sa trajectoire, une inflexion correspondant au milieu de l'appui du pied opposé, tandis qu'au début et à la fin de cette période, la courbe est convexe par en haut; en sorte que, dans un pas complet, la trajectoire du garrot aura deux maxima et deux minima, ce qui permettra de la distinguer de la trajectoire du même point dans le pas et dans le galop. Les maxima de la courbe du garrot correspondent aux instants de *suspension*, c'est-à-dire au moment où aucun des pieds de l'animal ne pose sur le sol.

» Les mouvements de l'avant-bras, du métacarpe et du rayon phalangien sont beaucoup plus grands que dans le pas; l'avant-bras se rapproche de la direction horizontale lors du maximum de flexion du coude et peut l'atteindre dans le trot très rapide. Le rayon phalangien dépasse l'horizontalité et devient même fortement oblique en avant lorsque le boulet est au maximum de flexion, en sorte que, même dans un trot lent, la trajectoire du pied coupe celle du boulet en deux points.

» Quant au pied, il décrit un arc de cercle très surbaissé dont le point le plus élevé est d'autant plus éloigné que l'allure est plus rapide.

» Dans un pas de trot qui dure une demi-seconde, l'appui est de $\frac{1}{3}$ environ plus court que le lever; cet excès de la période de lever tient à ce qu'elle renferme, à ses instants extrêmes, les courtes phases de suspension. L'arrêt du boulet et sa rétrogradation, la descente brusque, le recul même du carpe, n'exercent qu'une faible action sur la vitesse des articulations supérieures et surtout du garrot que l'on peut considérer comme se mouvant uniformément.

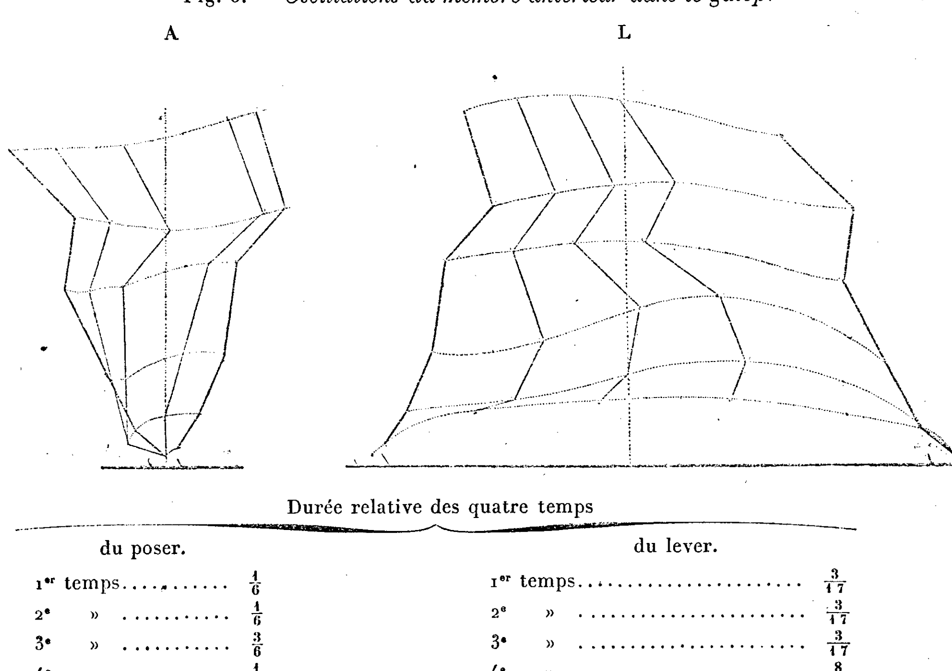
» Allure du galop. — Dans le galop (*fig.* 3), la chute du corps, moins brusque, mais plus intense que dans le trot, détermine une rétrogradation et un abaissement notable du boulet, surtout dans celle des articulations métacarpo-phalangiennes qui correspond au membre sur lequel le cheval galope. Il en résulte une inflexion plus grande des trajectoires du genou et du coude.

» L'articulation de l'épaule se fléchit fortement au milieu de l'appui

pour amortir le choc, et le garrot décrit une courbe à concavité supérieure, dont le minimum correspond au poser du membre sur lequel le cheval galope. D'où il résulte que la trajectoire de la pointe de l'épaule ne présente, dans un pas complet du galop, qu'un maximum et un minimum, ce qui permet de la distinguer des trajectoires propres aux autres allures.

» Pendant le lever, les rayons inférieurs du membre oscillent comme dans le trot, mais la flexion de ces rayons et le raccourcissement du membre

Fig. 3. — *Oscillations du membre antérieur dans le galop.*



Durée relative des quatre temps

du poser.		du lever.	
1er temps	$\frac{1}{6}$	1er temps	$\frac{3}{17}$
2e »	$\frac{1}{6}$	2e »	$\frac{3}{17}$
3e »	$\frac{3}{6}$	3e »	$\frac{3}{17}$
4e »	$\frac{1}{6}$	4e »	$\frac{8}{17}$

qui en résulte sont plus accentués : aussi la trajectoire du carpe s'approche-t-elle de celle du coude et la rencontre même dans le galop rapide. La trajectoire du pied croise celle du boulet en deux points assez éloignés, et même celle du genou quand l'allure devient très rapide. C'est dans le galop que la courbe décrite par le pied se rapproche le plus d'un arc de cercle. C'est aussi dans cette allure que la paroi inférieure du sabot présente les mouvements les plus étendus; elle atteint et dépasse même la direction horizontale, en se tournant en haut et en avant, à l'instant du maximum de flexion des phalanges.

» Quant aux variations de vitesse, elles sont plus grandes que dans le

trot. Dans un pas de galop qui dure une demi-seconde, le lever est environ trois fois plus long que l'appui, et l'abaissement du boulet se traduit dans le garrot par un léger ralentissement.

» Au moment du poser, le sabot effectue un mouvement inverse et, dirigeant en bas sa face plantaire, dépasse aussi l'horizontalité, de telle sorte qu'il touche le sol, d'abord par le talon, puis par la pince. (Ce mouvement s'observe également dans le trot rapide.)

» Nous ferons remarquer, en terminant, que la tendance à l'économie du travail que l'on constate, à des degrés divers, dans toutes les machines animales, paraît atteindre, chez le cheval, sa plus grande perfection.

» Pour le pas, nous avons vu que, au poser, la transformation du mouvement circulaire de l'épaule en un mouvement presque rectiligne et horizontal réduisait beaucoup, annulait même, pourrait-on dire, les oscillations du train antérieur et, avec elles, le travail nécessaire à leur production; qu'au lever, la transformation de la trajectoire circulaire du pied en une courbe se rapprochant de la ligne droite diminuait le travail dépensé pendant l'oscillation du membre.

» Nous avons vu aussi que les variations de vitesse étaient presque nulles pour la partie supérieure du membre pendant le poser, et peu sensibles pour l'extrémité opposée lorsque le membre est au lever.

» Ainsi, non seulement la partie antérieure du corps se meut sensiblement en ligne droite, horizontalement et d'un mouvement uniforme, mais aussi les différents rayons du membre oscillant se déplacent avec le moins de travail possible.

» Dans le trot et dans le galop, l'économie du travail est moins grande, mais elle est encore très manifeste (¹). »

CORRESPONDANCE.

M. Faye donne lecture d'une Lettre dans laquelle S. M. dom Pedro exprime le regret de n'avoir pu s'associer que de loin aux sentiments qui ont été exprimés à M. Chevreul, à l'occasion de son Centenaire.

(¹) *Voir* la Note de MM. Marey et Demeny sur la *Mesure du travail mécanique effectué dans la locomotion de l'homme* (séance du 9 novembre 1885).

ASTRONOMIE. — *Sur le transfert de l'observatoire impérial de Rio-de-Janeiro.* Note de M. **Cruls**, transmise par S. M. dom Pedro. (Présentée par M. Faye.)

« La question du transfert de l'observatoire de Rio, depuis si longtemps agitée, et, j'ajouterai même, arrêtée en principe, va recevoir bientôt, j'espère, un commencement d'exécution.

» Le terrain destiné au nouvel observatoire aura une étendue d'environ 40^{ha} et fait partie de la Fazenda impériale de Santa-Cruz, du domaine de la Couronne. S. M. l'Empereur a cédé l'usufruit de ce terrain. Comme position géographique, le nouvel observatoire se trouvera sensiblement sur le même parallèle et environ à 2^m plus à l'ouest que l'observatoire actuel. Je ferai remarquer, à ce propos, la situation exceptionnelle dans laquelle se trouve l'observatoire de Rio, qui est, de tous les observatoires astronomiques, le seul où le Soleil puisse être observé au zénith avec cette circonstance toute particulière, et due à son voisinage du tropique, que la distance zénithale méridienne du Soleil se conserve pendant quarante jours inférieure à $1°$. Aussi parmi les futurs travaux du nouvel observatoire brésilien, lorsqu'il sera doté d'un excellent cercle méridien, figurera l'observation régulière du Soleil, laquelle pourra se faire dans des conditions d'exactitude exceptionnelles, puisque les effets de la réfraction seront presque nuls.

» Dans les basses latitudes, d'ailleurs, ainsi que M. Liais l'a fait remarquer depuis longtemps déjà, il importe de modifier, en partie du moins, les méthodes d'observation, et d'autre part les instruments eux-mêmes peuvent recevoir des applications nouvelles. J'insisterai notamment sur l'emploi de la lunette du premier vertical qui ne peut être convenablement utilisée ici pour les observations auxquelles on la destine dans les hautes latitudes. En revanche, elle est susceptible, dans le voisinage de l'équateur, de servir à un usage tout spécial. Ainsi, il est aisé de voir que, pour une même déviation azimutale de l'axe optique, et conséquemment de l'axe de rotation, l'erreur qui en résultera sur le passage d'une même étoile observée à l'est ou à l'ouest augmente lorsque la latitude diminue, puisque le parallèle décrit par l'étoile coupe le premier vertical sous des angles de plus en plus aigus. Il en résulte que, près de l'équateur, on peut se servir de l'instrument, lorsqu'il est convenablement disposé, pour déduire, des ob-

servations de passage, et cela avec une exactitude relativement considérable, les déviations azimutales d'une mire méridienne sur laquelle serait pointé l'axe de rotation, lequel doit être alors constitué intérieurement d'une lunette, comme c'est le cas pour l'instrument des passages dans le premier vertical de l'observatoire de Rio.

» Je ne signale en passant cette particularité que pour faire remarquer combien sont susceptibles d'être variés et modifiés les méthodes d'observation et souvent l'emploi d'un même instrument, lorsqu'il sert sous diverses latitudes.

» Dans le nouveau local, on pourra entreprendre avec succès des observations sur le magnétisme terrestre, auxquelles l'édifice actuel ne se prêtait guère, en y joignant celles de l'électricité atmosphérique. Il ne sera pas non plus sans intérêt d'installer un appareil microsismique enregistreur pour l'étude des faibles oscillations du sol; car il est fort à présumer que, même dans les régions du globe qui ne sont pas fréquemment le siège de tremblements de terre, il doit exister néanmoins de faibles trépidations ou oscillations du sol, que seule l'observation, faite à l'aide d'instruments à enregistrement continu et amplifiant considérablement ces mouvements, permettra de reconnaître.

» Finalement, nous espérons pouvoir installer dans le nouveau local l'équatorial photographique, qui sera commandé opportunément, et pouvoir l'utiliser dans la grande entreprise de la Carte du ciel [1] proposée par M. l'amiral Mouchez. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la transformation des surfaces algébriques en elles-mêmes et sur un nombre fondamental dans la théorie des surfaces.* Note de M. E. **Picard**, présentée par M. Hermite.

« J'ai montré récemment (*voir* le numéro précédent des *Comptes rendus*) que les surfaces susceptibles de se transformer en elles-mêmes par une

(1) Au sujet de cette importante question, je lis à l'instant, dans le *Bulletin astronomique* du mois de juillet, la Lettre de M. Gill, du Cap. Je partage entièrement ses idées quant au type d'instrument qu'il y aura lieu d'adopter et dont dépendra peut-être, en grande partie, le succès futur de l'opération. Il serait, en effet, prématuré de commander dès à présent des appareils, sans une discussion préalable qui pourrait avoir lieu dans un congrès d'astronomes.

substitution birationnelle renfermant *deux* paramètres arbitraires sont du genre zéro ou un; l'examen du cas où il y aurait seulement *un* paramètre dans la substitution conduit à des conclusions bien différentes. On voit d'abord tout de suite que, dans une surface susceptible d'être transformée en elle-même par une substitution birationnelle renfermant un paramètre arbitraire, le genre p peut être quelconque. Considérons, en effet, une surface S dont les coordonnées soient des fonctions rationnelles de quatre paramètres λ, μ, λ' et μ'

$$x = R(\lambda, \mu, \lambda', \mu'), \qquad y = R_1(\lambda, \mu, \lambda', \mu'), \qquad z' = R_2(\lambda, \mu, \lambda', \mu'),$$

les deux paramètres λ et μ, ainsi que λ' et μ', étant respectivement liés par les relations algébriques

$$f(\lambda, \mu) = 0, \qquad F(\lambda', \mu') = 0,$$

et supposons de plus qu'à un point arbitraire de la surface ne correspondent qu'un seul système de valeurs (λ, μ) et un seul système (λ', μ'); admettons que la relation F soit de genre p supérieur à l'unité, et la relation f de genre un. Dans ces conditions, la surface S pourra être transformée en elle-même par une susbtitution birationnelle renfermant un paramètre arbitraire, et son genre, il est aisé de le voir, est égal au genre p de la relation F.

» Nous pouvons aller plus loin et trouver toutes les surfaces algébriques, susceptibles d'être transformées en elles-mêmes par une substitution birationnelle renfermant un paramètre arbitraire, *dans le cas où le genre de cette surface est supérieur à un*. La réponse est bien simple; l'exemple que nous venons d'indiquer renferme tous les cas possibles. La démonstration de ce théorème est fondée sur la remarque suivante : sous la condition indiquée, l'intersection (variable avec θ) de la surface avec le faisceau

$$Q_1(x, y, z) + \theta Q_2(x, y, z) = 0$$

se compose d'une ou plusieurs courbes qui sont du genre un, et dont le module ne dépend pas du paramètre θ.

Nous avons considéré jusqu'ici le cas d'une substitution birationnelle renfermant un ou deux paramètres arbitraires. Examinons maintenant les surfaces qui pourraient se transformer en elles-mêmes au moyen d'une infinité de substitutions birationnelles ne dépendant pas nécessairement de paramètres arbitraires. Cette étude conduit au théorème suivant :

» *Le genre de la surface étant supposé supérieur à un, les substitutions qui*

transforment la surface en elle-même sont en nombre limité, *ou* elles renferment un paramètre arbitraire, *et, dans ce dernier cas, la surface appartient alors à cette famille de surfaces dont il a été question plus haut.*

» J'indiquerai rapidement une démonstration de ce théorème. Considérons la surface adjointe d'ordre $m-4$

$$A_1 Q_1(x, y, z) + A_2 Q_2(x, y, z) + \ldots + A_p Q_p(x, y, z) = 0$$

avec ses p constantes arbitraires A.

» Cherchons la condition pour que cette surface soit tangente à la surface proposée f, en un point situé en dehors des lignes ou points singuliers de cette surface; nous obtiendrons ainsi une certaine équation irréductible

$$\Phi(A_1, A_2, \ldots, A_p) = 0,$$

Φ étant un polynôme homogène par rapport aux A. A toute substitution S transformant f en elle-même correspond une substitution *linéaire* Σ effectuée sur les A, et transformant en elle-même l'équation $\Phi = 0$. Inversement, à toute substitution linéaire Σ, relative aux A et jouissant de la propriété précédente, correspond une substitution S; cette substitution n'est d'ailleurs pas nécessairement unique, et si ces substitutions S sont en nombre infini, elles renferment un paramètre arbitraire.

» Ceci posé, supposons les substitutions S en nombre infini; soient d'abord les Σ en nombre fini (nous considérons comme ne formant qu'une seule substitution Σ toutes celles dans lesquelles les coefficients sont proportionnels); les substitutions S, d'après ce qui précède, seront en nombre fini ou renfermeront un paramètre arbitraire. Soient maintenant les substitutions Σ en nombre infini, elles dépendront nécessairement de paramètres arbitraires, puisqu'elles sont linéaires; les substitutions S renfermeront alors un paramètre arbitraire. Le théorème énoncé se trouve ainsi établi.

» La démonstration précédente suppose que p est au moins égal à quatre. J'ai traité les cas de $p = 2$ et 3 par une autre méthode, qui peut d'ailleurs s'appliquer au cas général, mais qu'il serait trop long de développer ici.

» Dans son beau Mémoire sur un théorème de M. Fuchs (*Acta math.*, t. VII), M. Poincaré s'est occupé des transformations birationnelles des courbes planes et a montré l'importance que la relation analogue à $\Phi = 0$

avait dans l'étude des courbes se correspondant point par point. Ces remarques s'étendraient naturellement ici, mais je ne m'y arrête pas.

» Je terminerai en déduisant de la considération du polynôme Φ un théorème qui me paraît important pour la théorie des surfaces algébriques; pour rester dans les mêmes conditions que plus haut, nous supposerons toujours $p \geq 4$. Tout d'abord le degré D du polynôme Φ est évidemment un *invariant*, c'est-à-dire qu'il est le même pour toutes les surfaces se correspondant point par point.

» Reprenons maintenant l'équation

$$\Phi(A_1, A_2, \ldots, A_p) = 0,$$

et faisons dans cette équation

$$A_5 = A_6 = \ldots = A_p = 0,$$

puis posons $\frac{A_1}{A_4} = X$, $\frac{A_2}{A_4} = Y$, $\frac{A_3}{A_4} = Z$, la relation deviendra

$$F(X, Y, Z) = 0;$$

la surface proposée et la surface F de degré D se correspondent point par point. Il en résulte de suite que *les surfaces algébriques admettant le même nombre* D *ne forment qu'un nombre limité de classes*. Deux surfaces sont, bien entendu, regardées comme appartenant à la même classe, quand elles se correspondent point par point.

» Les deux nombres D et p, considérés simultanément, semblent devoir jouer un rôle important dans la théorie des surfaces, rôle tout à fait analogue à celui que joue le seul nombre p dans la théorie des courbes; les remarques précédentes pourront seulement ne pas être applicables à certaines classes singulières de surfaces.

» On se demande naturellement ce que donnent les considérations qui précèdent, quand on les applique aux courbes planes. Dans ce cas, D doit nécessairement être limité en fonction du genre riemannien p; on peut d'ailleurs trouver sa valeur en fonction de p : une analyse facile montre que $D = 6p - 6$. »

PHYSIQUE. — *Sur une nouvelle méthode pour déterminer le coefficient de dilatation des solides*. Note de M. **Robert Weber**, présentée par M. Marcel Deprez.

« Si nous suspendons un corps solide pour le faire osciller comme un pendule, la durée de ses oscillations dans le vide dépend de la forme du corps, de sa masse et de la distance des molécules à l'axe de rotation. A deux températures différentes, les distances des molécules à l'axe de rotation sont différentes, d'où il résulte une autre durée d'oscillation. Autrement dit, pour un corps quelconque donné, il y a une relation déterminée entre sa température u, le coefficient de dilatation a, ses dimensions d, et sa durée d'oscillation t.

» On peut calculer la valeur du coefficient de dilatation a des solides, en fonction de la température u et de la durée d'oscillation t, par la marche suivante.

» La durée d'oscillation du pendule composé est donnée par

$$t = \pi\sqrt{\frac{1}{g}\frac{I}{S}}\left[\sum_0^\infty n\left(\frac{1.3\ldots 2n-1}{2.4\ldots 2n}\right)^2 \sin^{2n}\alpha\right].$$

» En supposant que le pendule composé ne soit formé que de molécules de même nature, le moment d'inertie I, dans cette formule, est un produit de la masse totale M du corps par une fonction homogène du second degré dans les dimensions d_i du pendule; tandis que S, le moment statique, est un produit de la même masse M par une fonction homogène du premier degré de ces mêmes dimensions. Soient

$$I = M\varphi(d_i^2) \qquad \text{et} \qquad S = M\psi(d_i).$$

» En rapportant la durée d'oscillation à une autre température que celle de la glace fondante, les fonctions homogènes φ et ψ prennent des facteurs tels que

$$I = M\varphi(d_i^2)(1+au)^2, \qquad S = M\psi(d_i)(1+au).$$

» Il sera donc, à la température n,

$$t_1 = \pi\sqrt{\frac{1}{g}\,\frac{\varphi(d_i^2)(1+au)}{\psi(d_i)}}\sum_0^\infty n\left[\left(\frac{1.3\ldots 2n-1}{2.4\ldots 2n}\right)^2 \sin^{2n}\alpha\right].$$

» Divisant cette expression pour t_1 par l'expression donnant t_2 en fonction de u_2, et en supposant pour les deux oscillations une même amplitude α, il vient

$$t_1 : t_2 = \sqrt{1 + au_1} : \sqrt{1 + au_2}$$

ou bien

$$\text{(A)} \qquad a = \frac{t_2^2 - t_1^2}{u_2 t_1^2 - u_1 t_2^2}.$$

» Pour arriver à une grande exactitude pour la durée d'oscillation t_i il faut remplacer le t_i de la formule (A) par la valeur moyenne d'un très grand nombre N_i d'oscillations. Dans ce cas, l'expression pour t_4 sera

$$t_1 = \pi \sqrt{\frac{1}{g} \frac{\varphi(d_i^2)(1 + au)}{\psi(d_i)}} \frac{1}{N_i} \sum_{\alpha_1}^{\alpha_2} \alpha \sum_{0}^{\infty} n \left(\frac{1.3\ldots 2n - 1}{2.4\ldots 2n}\right)^2 \sin^{2n}\alpha.$$

» La $\Sigma\Sigma$ dans l'expression pour t_2 est tout à fait analogue et, de plus, en supposant les limites α_1 et α_2 ou les nombres N_1 et N_2 égaux pour les deux déterminations de t_i, prendra la même valeur. Par suite, la division indiquée fera disparaître cette $\Sigma\Sigma$, et la formule donnant a restera celle déduite en (A).

» Pour déterminer la durée d'oscillation t_i, je suppose donnée une horloge de précision dont la marche est contrôlée par des observations astronomiques et qui forme un circuit électrique à chaque minute. Il est mécaniquement réalisable qu'un pendule oscille pendant dix-huit heures à vingt-quatre heures sans recevoir une nouvelle impulsion; il suffira cependant de déterminer t_i du nombre d'oscillations N_i qui s'opèrent dans un intervalle de temps de six heures environ. On prendra comme commencement de cet intervalle le moment où le pendule passe une première fois par la verticale du point de suspension; la fin de l'intervalle sera définie de la même manière. Le commencement de l'intervalle sera rattaché à la dernière minute de l'horloge à l'aide du chronoscope de M. Hipp, en arrangeant les appareils de façon que le même courant qui annonce la dernière minute commande également les aiguilles du chronoscope pour les mettre en marche, et que ces mêmes aiguilles s'arrêtent au moment où le pendule passe par la verticale. Par le même arrangement, le moment du dernier passage du pendule sera rattaché à la dernière minute correspondante, et cela à 0,001 de seconde près.

» Le calcul fournit aisément la preuve que l'exactitude à laquelle on arrive par cette méthode en opérant dans le vide est, suivant la perfection des

horloges, de $\frac{1}{22}$ pour 1000 à $\frac{1}{100}$ pour 1000. Les excellentes déterminations de coefficients de dilatation faites par M. Benoît sur les règles étalon ont une exactitude de $\frac{9}{10}$ pour 1000, et celles de M. Fizeau une exactitude de $\frac{1}{6}$ pour 1000.

» Pour la mesure des températures, les couples thermo-électriques sont tout indiqués, pouvant donner par des lectures très commodes une exactitude supérieure à celle des thermomètres à mercure.

» En faisant osciller le corps dans l'air, on peut encore déterminer la durée d'oscillation et la valeur du coefficient de dilatation qui en découle avec une grande exactitude. La densité de l'air a une influence notable sur la durée d'oscillation, soit 0,002 à 0,003 par atmosphère, comme cela m'a été prouvé par de nombreuses expériences. Mais on remarque que son influence disparaît de la formule (A) si la densité reste constante. La densité dépend de la pression atmosphérique et de la température. Soit δ_1 la densité de l'air à la température $u_1 = 0°$ et à 760^{mm} de pression; soit δ_2 la densité à u_2 degrés et à la même pression; alors $\delta_2 = \delta_1 \frac{1+\alpha u_1}{1+\alpha u_2}$. On arrive à la même densité en supposant la température constante $= u_1$, et en prenant la pression p_2 telle que $\delta_2 = \delta_1 \frac{p_2}{p_1}$. De ces deux expressions on peut déduire la valeur de la pression p_2 pour laquelle la densité est la même pour les deux températures u_1 et u_2. Ainsi, en posant par exemple $u_2 = 20°$, il vient $\delta_2 = \frac{273}{293}$ et la pression $p_2 = 708^{mm},1$ correspondra à la pression de $p_1 = 760^{mm}$. Il en résulte que l'on peut éliminer l'influence du changement de densité de l'air en faisant les trois déterminations suivantes de t_i :

t'_1	à la température	$u_1 (= 0°)$	et à la pression barométrique	(basse)	p'_1,
t''_1	»	$u_1 (= 0°)$	»	(haute)	p''_1,
t_2	»	$u_2 (= 20°)$	»	(haute)	p_2.

» Partant de la valeur de p_2, la considération faite plus haut donne la valeur correspondante de p_1; pour celle-ci on déduit la valeur de t_1 en établissant une proportion entre les valeurs t'_1, t''_1, t_1 et p'_1, p''_1, p_1.

» En faisant osciller ainsi le corps dans l'air, il reste une petite inexactitude, malgré la correction de la variation de densité; car, en élevant la température, on fera varier non seulement la densité de l'air, mais encore les dimensions du pendule. Celui-ci présentera à l'air une surface plus grande, qui tendra à augmenter d'une quantité négligeable la durée d'oscillation t_2.

» J'espère pouvoir donner sous peu quelques valeurs de coefficients de dilatation, obtenus par cette méthode. »

MICROBIOLOGIE. — *Sur la flore microscopique des eaux sulfureuses.* Note de M. LOUIS OLIVIER.

« En poursuivant un travail sur la réduction des sulfates par les êtres vivants, j'ai été amené à étudier la flore microscopique des sources sulfureuses. Comme ce sujet vient d'être inscrit au programme du prochain Congrès d'Hydrologie, je demande à l'Académie la permission de lui présenter, avant la fin de mes recherches, quelques observations sur la matière.

» 1° *Présence d'organismes inférieurs dans les eaux sulfureuses.* — La présence d'organismes bactériens est *constante* aux griffons de toutes les eaux sulfureuses, froides ou thermales, que j'ai examinées.

» Aux environs de Forcalquier (Basses-Alpes), où je fus attiré par d'intéressantes expériences de M. Plauchud (¹), en plusieurs points du Bassin de Paris, à Cauterêts, à Luz et à Saint-Sauveur, dans les Pyrénées, j'ai toujours constaté, à l'origine même des sources, l'existence abondante de certains êtres vivants. Ces organismes offrent un intérêt particulier. Je me suis assuré, en effet, que presque toutes leurs cellules renferment des granulations de soufre. Cette circonstance témoigne d'une action exercée sur la composition minérale de l'eau : elle est liée à la réduction des sulfates (²).

» 2° *Existence de la vie active à des températures élevées.* — Un autre fait mérite d'être signalé : c'est la prolifération de ces micro-organismes à des températures relativement très élevées.

» Ils vivent et se multiplient dans la profondeur de l'eau à 55°. Il en est ainsi à la source des Œufs, à Cauterets. Dans la même station balnéaire, on observe aux griffons des Espagnols (46°,7), de César (48°), du Pré (49°) et de Mauhourat (50°) un développement abondant de matière organisée. Recueillie avec les précautions convenables, puis ensemencée dans du bouillon de bœuf, cette matière y a proliféré à 65° et même au voisinage de 70°.

(¹) *Comptes rendus*, t. LXXIV, 29 janvier 1877, et t. XCV, 26 décembre 1882. — Qu'il me soit permis, à cette occasion, d'exprimer à ce savant toute ma reconnaissance pour son extrême obligeance à faciliter mes recherches.

(²) Au sujet de cette relation, voyez LOUIS OLIVIER, *Bulletin de la Société botanique de France*, t. XXIX, 24 mars 1882; et A. ETARD et L. OLIVIER, *Comptes rendus*, t. XCV, 6 novembre 1882.

» 3° *Organismes des sources froides.* — Quand l'eau sulfureuse sourd à une température voisine de celle de l'air, la matière vivante du griffon est filamenteuse.

» Elle consiste en longues files rectilignes de cellules courtes et incolores dont le diamètre est très variable (en général, de 1^{μ} à 6^{μ}). Ce sont des *Leptothrix* dont les cellules sont garnies de granulations de soufre. Leur protoplasma en est rempli. Ce soufre, renfermé dans les filaments vivants, paraît amorphe : il ne semble exercer alors aucune action sur la lumière polarisée.

» 4° *Organismes des sources chaudes.* — Dans les sources sulfureuses chaudes, la matière organisée présente une apparence très différente.

» Aux griffons de César (48°) et de Mauhourat (50°), c'est une substance mucilagineuse, un peu floconneuse, grise ou incolore, qui adhère aux rochers. Elle est composée d'une infinité de *Bacillus* d'extrême finesse. Ces organismes sont, pour la plupart, courts au point de présenter assez souvent l'aspect presque ponctiforme des *Micrococcus*. Ils sont uni- ou bicellulaires, ou tout au plus composés de trois ou quatre cellules. Quelques-uns, cependant, sont plus allongés. Plusieurs ressemblent à des *Bacterium*. Tous sont immobiles. On les observe plus facilement en les colorant à l'aide du violet de méthyle et des dérivés de l'aniline.

» Les membranes gélifiées de ces petits êtres renferment un sel de fer. L'hydrogène sulfuré les noircit (1). Un courant d'air les décolore très rapidement.

» Le microscope montre des particules minérales et des cristaux de soufre disséminés dans le mucilage qui réunit les *Bacillus* en zooglées. Au griffon même, le protoplasma de ces *Bacillus* renferme en grande quantité des granulations très nettes de soufre, soluble dans le sulfure de carbone.

» Si, après avoir desséché la glaire des griffons, on en traite une certaine quantité par le sulfure de carbone, le liquide filtré, puis soumis à une lente évaporation, laisse déposer d'assez gros cristaux de soufre qu'il est facile d'étudier à l'œil nu.

» Les *Bacillus* de la zooglée des sources chaudes sont donc, comme les longs filaments des sources froides, des accumulateurs de soufre métalloïdique. Constituent-ils une forme indépendante, spécifiquement distincte des *Leptothrix*, ou bien faut-il voir dans le bâtonnet des griffons chauds et le long filament des griffons froids deux états d'un même organisme? Voici quelques remarques à ce sujet :

» 5° *Variation de la composition de la glaire suivant la température.* — Depuis l'origine des sources jusqu'aux buvettes, les conduites d'eau et les bassins de refroidissement ont leurs parois internes revêtues d'un dépôt de matière organisée ; on en observe également dans les ruisseaux où l'eau, tout à fait refroidie, s'écoule à l'air libre. Or la composition du dépôt, loin de demeurer

---

(1) De là la coloration noire des zooglées qui vivent dans les eaux riches en acide sulfhydrique libre.

constante d'un bout à l'autre du parcours de l'eau, m'a paru, au contraire, varier suivant la température et l'état physique du milieu.

» Dans la profondeur des griffons chauds de Cauterets, le microscope ne montre guère que de très petits organismes, des bâtonnets extrêmement courts. Associés à ces *Bacillus* minuscules, on observe des bâtonnets un peu plus allongés dans l'eau moins chaude de certaines conduites et des réservoirs.

» Il en est ainsi, par exemple, dans l'aqueduc de la fontaine de César à l'établissement des Thermes et dans les bassins de refroidissement de la Raillère [1].

» Moins la température est élevée, plus allongés sont les bâtonnets. A 30° ils semblent des tronçons de *Leptothrix*. Au-dessous de 25° la forme filamenteuse commence à prédominer; enfin, dans les ruisseaux qui ont à peu près la température de l'air ambiant les filaments constituent de longues houppes soyeuses; le microscope nous les montre identiques aux *Leptothrix* des sources sulfureuses froides.

» Cette observation m'a conduit (en juillet et août 1885) à l'expérience suivante :

» Dans des récipients stérilisés je recueille, à l'abri des germes de l'air, la zooglée des griffons [2] où le microscope ne montre que des Bactériacées minuscules. De ces récipients je fais deux lots : dans ceux du premier lot j'introduis un peu d'acide phénique; ceux du deuxième lot ne sont additionnés d'aucun antiseptique. J'expose ces vases à la température ordinaire. Une vingtaine de jours après la prise, la composition des glaires phéniquées n'a pas varié, tandis que dans les glaires non phéniquées abondent de longs filaments identiques aux *Leptothrix* des ruisseaux froids.

» Ce résultat établit évidemment que la glaire des griffons chauds renferme à un état particulier les éléments cellulaires des *Leptothrix*.

» 6° *Matière organique dissoute dans l'eau sulfureuse*. — Peut-être est-il permis de se demander s'il existe des êtres organisés dans les réservoirs souterrains de l'eau sulfureuse. On prévoit que, dans le cas où il en serait ainsi, l'eau doive, à son arrivée au griffon, contenir de la matière organique en solution. Or, c'est précisément ce qui a lieu.

» Débarrassée par filtration à la bougie Chamberland de tout élément figuré, puis désulfurée et neutralisée, l'eau du griffon réduit le chlorure d'or à l'ébullition et décolore le caméléon à froid. Elle est très riche en matière organique dissoute [3]. Elle apporte donc des matériaux nutritifs aux habitants des griffons.

---

(1) Dans ces bassins pullulent les organismes qui nous occupent : on les y récolte mêlés à de nombreuses impuretés : la surface affleurante des plaques qu'ils constituent est en effet à une température peu élevée; en outre, elle reçoit le contact de l'air et des germes qu'il charrie. Aussi y trouve-t-on des Diatomées et des Kystes d'infusoires. J'y ai trouvé aussi de nombreux filaments semblables aux *Leptothrix*.

(2) Il convient de prendre les zooglées de la profondeur : sur celles qui affleurent tombent en effet les poussières que l'opérateur et ses aides répandent autour d'eux en soulevant les pierres du griffon.

(3) Les chimistes qui ont étudié les eaux sulfureuses n'ont jamais eu soin d'opérer

» J'étudie les êtres organisés qui s'y multiplient et les réactions chimiques qu'ils y déterminent ([1]). »

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Influence de l'organisme du cobaye sur la virulence de la tuberculose et de la scrofule.* Note de M. S. Arloing.

« Nous avons démontré (voir *Comptes rendus,* octobre 1884) que le tubercule pulmonaire infecte le cobaye et le lapin, tandis que la scrofulose ganglionnaire vraie ne produit point de lésions viscérales sur ce dernier animal. De ce fait, nous n'avons pas osé conclure que les deux processus fussent spécifiquement distincts; mais force nous était d'admettre que, s'ils dérivaient d'un seul agent, l'activité de celui-ci semblait considérablement atténuée dans la scrofulose. Partant de cette idée, il était intéressant de rechercher si l'on pourrait augmenter la virulence de la scrofulose au point de lui permettre d'infecter indistinctement le lapin et le cobaye.

» L'organisme du cobaye est un terrain extrêmement favorable à la tuberculose et à la scrofule. Cette dernière l'envahit avec tant de facilité et y revêt un caractère de malignité tel, qu'il était permis d'espérer que, si on l'obligeait à vivre pendant quelques générations sur cet animal, elle deviendrait capable de surmonter la résistance que lui oppose l'organisme du lapin.

» Les expériences que j'ai faites dans ce sens ont démontré que le passage de la scrofulose sur le cobaye, pendant deux générations successives, n'augmente pas sa virulence pour le lapin et ne modifie pas sensiblement celle qu'elle possédait pour le cochon d'Inde.

» Le résultat est différent avec la tuberculose vraie sous ses formes atténuées.

» Parmi les affections osseuses et articulaires de l'homme connues sous les noms de *tuberculoses locales* ou de *tuberculoses chirurgicales,* quelques-unes sont au-dessus des ressources de l'art, tandis que d'autres sont considérablement améliorées, sinon guéries, par l'intervention du chirurgien. Celles-ci sont des manifestations de la scrofulose; celles-là sont des tuberculoses, mais d'une virulence moindre que la tuberculose du poumon ou

---

sur l'eau privée d'éléments figurés. Il en résulte que leurs analyses risquent de n'offrir, en ce qui concerne la matière organique dissoute, aucune indication exacte.

([1]) Travail du laboratoire de M. Pasteur.

des séreuses. Or, si l'on inocule simultanément des lapins et des cobayes avec des lésions de cette nature, il peut arriver que les cobayes présentent les altérations classiques de la tuberculose la mieux généralisée, tandis que les lapins s'en tirent avec une petite collection purulente ou de fines granulations dans le tissu conjonctif sous-cutané, au point d'inoculation, comme s'il s'agissait d'une simple inoculation scrofuleuse. Mais inocule-t-on les tubercules développés sur les cobayes à de nouveaux lapins, ceux-ci contracteront presque toujours une tuberculose pulmonaire. Les lésions peuvent être discrètes; néanmoins, implantées dans l'économie des deux espèces animales sus-indiquées, elles provoquent de part et d'autre une tuberculisation manifeste. Parfois, il faut deux cultures successives sur le cobaye pour élever la virulence à la hauteur de la résistance du lapin à la tuberculisation.

» L'organisme du cobaye augmente donc la virulence du virus tuberculeux affaibli et semble n'exercer aucune influence sur le virus de la scrofulose ganglionnaire.

» Ce fait mérite d'être pris en sérieuse considération, à une époque où l'on tend à confondre la tuberculose et la scrofule en une seule affection. Il justifie, une fois de plus, la différence que nous avons établie expérimentalement entre ces deux états morbides. S'il n'est pas prouvé encore qu'ils soient l'œuvre de virus distincts, s'il faut admettre qu'ils dérivent d'un seul agent, le bacille tuberculeux à des degrés d'activité différents, au moins nous accordera-t-on que, dans la scrofulose ganglionnaire vraie, il est encore plus éloigné de sa virulence primitive que dans les tuberculoses locales. Peut-être en est-il assez éloigné pour constituer une variété fixe, analogue à ces micro-organismes qui, après avoir vécu pendant plusieurs générations sur une espèce animale, sont devenus incapables désormais, en dépit de tous les moyens connus, de tuer l'espèce qui les avait fournis et dans laquelle ils faisaient de nombreuses victimes. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur le système vasculaire des Échinides*. Note de M. **Henri Prouho**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans deux Notes relatives au système circulatoire, d'une part chez les Échinides, d'autre part chez les Ophiures, M. Kœhler dit :

» A part la découverte des vaisseaux pharyngiens, les observations de M. Prouho sont *très conformes* aux miennes (*Comptes rendus*, 5 juillet 1886.)

» Le système circulatoire des Ophiures paraît très comparable à celui des Échinides tel que l'ont fait connaître mes recherches antérieures *confirmées par M. Prouho* (*Comptes rendus*, 11 septembre 1886).

» Mes recherches pourraient sembler, dès lors, n'être qu'une confirmation des divers résultats énoncés par M. Kœhler dans son Mémoire de 1883 (¹). Je demande à l'Académie la permission de lui présenter quelques réserves et quelques explications à cet égard.

» Mes recherches sur un *Cidaris* ont confirmé deux faits anatomiques indiqués par M. Kœhler chez un *Sphærechinus*, savoir : 1° l'existence de deux anneaux vasculaires périœsophagiens, en rapport intime et réciproque l'un avec l'autre; 2° l'existence d'un réseau vasculaire distribué à la glande ovoïde, émanant de l'anneau périœsophagien sanguin.

» Toutes mes confirmations se bornent à cela; pour le reste, nous sommes en désaccord, comme on va le voir par les citations suivantes :

» A la page 79 du Mémoire précité, il est dit que l'anneau périœsophagien sanguin communique avec l'extérieur

» ... par l'intermédiaire d'un canal complexe, présentant sur toute sa longueur des éléments glandulaires qui s'agglomèrent en un certain point pour constituer une véritable glande.

» J'ai dit, au contraire, dans ma Note du 15 juin :

» ... Rien n'autorise à considérer la glande ovoïde comme faisant communiquer le système vasculaire sanguin avec l'extérieur.

» Relativement aux vaisseaux ambulacraires sanguins et aux vaisseaux pharyngiens, M. Kœhler a reconnu l'inexactitude de ses premières assertions (²).

» En ce qui concerne les Spatangues, M. Kœhler dit (p. 99) :

» Deux canaux différents s'échappent donc de la glande madréporique chez les Spatangues : l'un qui, en raison de sa structure, semble en être le prolongement et représente son canal excréteur, se continue vers la plaque madréporique et permet au liquide sécrété par la glande de se répandre à l'extérieur....

» Dans ma Note du 21 juin, j'ai dit en substance que ce prétendu canal, figuré par M. Kœhler (*fig.* 30) et appelé par lui *canal madréporique* ou *canal du sable* (explication de la *fig.* 2), n'est autre chose que l'homo-

---

(¹) *Voir* Kœhler, *Recherches sur les Échinides des côtes de Provence.*
(²) *Comptes rendus,* 5 juillet 1886.

logue du processus glandulaire du Cidaris et n'a aucune communication avec l'extérieur.

« Et, plus loin :

» .... L'autre (canal), au contraire, qui ne débouche pas au dehors et ne tarde pas à se perdre au milieu des interstices du tissu conjonctif....

» Ce canal (*fig.* 30) est précisément le seul qui débouche au dehors, c'est le vrai canal aquifère; j'ai dit qu'il s'ouvrait dans le madréporite, à l'extrémité de son apophyse. Donc, ici encore, opposition entre nos résultats.

» M. Kœhler dit plus loin (p. 105) :

» Les deux vaisseaux, qui constituent au voisinage des anneaux centraux ce qu'on appelle le *canal du sable,* ne restent pas, comme chez les Oursins, distincts jusqu'à la plaque madréporique : ils se confondent en un canal unique.

» J'ai montré, au contraire, que ce canal du sable des auteurs est double sur tout son parcours, au même titre que l'anneau de Poli du Cidaris.

» D'ailleurs, contrairement aux résultats de M. Kœhler, j'ai dit que, chez le Spatangue, le canal du sable et la glande ovoïde conservent avec le madréporite les mêmes rapports que chez les Réguliers.

» M. Kœhler dit encore (p. 100) :

» Le vaisseau marginal interne ou, ce qui revient au même, la branche de communication, se bifurque à son extrémité et communique à la fois avec les deux anneaux (périœsophagiens).

» J'ai écrit, à mon tour :

» On a considéré à tort cette branche comme une voie de communication entre les deux systèmes vasculaires, car elle appartient uniquement au système vasculaire sanguin et n'a aucune relation avec le système aquifère.

» Je termine par une dernière citation (p. 100) :

» Ces deux systèmes (système aquifère et système sanguin), qui étaient distincts chez l'Oursin, ne le sont plus chez le Spatangue.... La fusion des deux systèmes est donc ici (Spatangues) aussi complète que possible, et il serait difficile d'admettre une distinction entre un système aquifère et un système vasculaire.

» J'oppose à cette phrase celle-ci qui est tirée de ma Note du 21 juin :

» Chez le Spatangue les deux systèmes vasculaires restent distincts comme chez l'Oursin; nulle part ils ne communiquent à plein canal et les rapports des deux systèmes sont les mêmes chez les deux types.

» On voit donc que, sauf les deux points rappelés plus haut, je suis en contradiction avec M. Kœhler, et que, dès lors, mes recherches sur les Échinides ne sauraient être considérées comme une confirmation des siennes. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le tremblement de terre du 27 août 1886 (nouveau style) en Grèce.* Note de M. **Léon Vidal**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« 1. *Heures du commencement des secousses.* — Nous avons pu obtenir, avec quelque certitude, l'heure dans trois localités. Athènes, $11^h 33^m$ soir, temps moyen du lieu; Corfou, $11^h 18^m$, temps moyen du lieu ou $11^h 33^m$ d'Athènes; Philiatra, près de la côte ouest de la Messénie, $11^h 20^m$ soir, probablement temps vrai, ce qui donne $11^h 21^m$, temps moyen du lieu, ou $11^h 29^m,5$ d'Athènes. Le beau clocher de Philiatra, renversé par les secousses, en marque encore l'heure.

» 2. *Durée du phénomène.* — A Athènes, les appréciations varient de 8^s à 45^s, moyenne 25^s; à Larisse, en Thessalie, on donne 4^s. Dans la région éprouvée, nous recueillons à Zanthe 50^s, Philiatra 60^s, Calamai (au fond du golfe de Messénie) 40^s, Megalopolis (sur l'Alphios en Arcadie) 10^s, Areopolis (en Laconie) 30^s, Pyrgos (en Élide) 55^s, Andritsaina (en Messénie) 60^s, Corone (en Messénie) 50^s; moyenne 53^s.

» Entre Athènes et cette région, la durée augmente : Tripolis (en Arcadie) 25^s, Sparte 90^s, Nauplie 65^s, Patras 40^s, Corinthe 90^s, Posidonia et Isthmia (canal de Corinthe) 55^s, Amphissa (Locride) 120^s, Corfou 120^s; moyenne 73^s.

» Aucun de ces nombres n'est d'ailleurs donné comme exact par les personnes qui les ont fournis.

» 3. *Nature du mouvement.* — Partout on a ressenti un mouvement ondulatoire, une houle; quelques-uns signalent deux ou trois secousses horizontales plus fortes; à Philiatra, qui est la localité la plus éprouvée, on a ressenti des vibrations rapides.

» 4. *Sens du mouvement.* — A Athènes, la plupart des personnes assignent comme sens le méridien, d'autres le premier vertical. Une cloche (au Pirée), un bec de gaz, un balancier de pendule, des portes qui ne pouvaient se mouvoir que dans le sens du premier vertical, se sont mis à

battre; un observateur, assis face au nord sur un canapé est-ouest, a été lancé vers sa droite par deux secousses successives. Calamai donne un sens sud vers nord. Nauplie donne ouest vers est. Corfou et Lamia donnent est vers ouest. Zanthe signale que les murs dirigés nord-ouest-sud-est sont particulièrement avariés.

» 5. *Bruits précurseurs ou concomitants.* — A Athènes, plusieurs personnes ont entendu d'abord deux ou trois tonnerres souterrains, puis un bruit de charrettes pesamment chargées, et en même temps ont ressenti les secousses. A Philiatra, à Calamai, à Kyparissia (en Messénie), à Hydra et aux Strophades, on signale aussi des bruits souterrains effrayants.

» 6. *Intensité du mouvement.* — Les effets du mouvement ont été des lézardes dans les murs, de grandes crevasses, des chutes de maisons ou de parties de maisons. Le nombre des victimes est considérable ; il l'eût été davantage, si les travaux des champs n'avaient retenu dans les plantations une partie de la population.

» Nulle part on n'a constaté dans le sol de fente authentiquement due au tremblement de terre, sauf peut-être aux îles Strophades.

» Plusieurs lignes télégraphiques, plusieurs ponts en maçonnerie ont été avariés. Le câble de la Crète à Zanthe a été cassé.

» La partie sud-ouest du Péloponnèse a éprouvé de grands désastres. Leur lieu est limité par une ligne partant de Zanthe, se dirigeant d'abord vers l'est, puis allant rejoindre le cours de l'Alphios par Katakolon et Pyrgos (en Élide), franchissant l'Alphios vers l'est à Mégalopolis et se dirigeant alors vers le sud, sur le fond du golfe de Messénie à l'est de Calamai. A cette région, s'ajoute la presqu'île du cap Ténare au sud d'une ligne allant de Calamai à Gythium.

» Au nord-est de cette limite, les avaries sont relativement insignifiantes ou nulles. Au sud-ouest, les Strophades ont été très fortement éprouvées et le fond de la mer a été bouleversé devant l'ouest de la Messénie, puisque le câble de Crète à Zanthe a été cassé dans ces parages.

» Les points les plus éprouvés sont en Messénie ; ils ont pour centres Philiatra, Gargaliani, Ligoudista, Chatzi, Corone ; la direction générale de cette ligne de grands maxima est nord-ouest-sud-est.

» 7. *Discussion.* — D'après le n° 1, Corfou et Athènes seraient sur une homoséiste et ces villes ont été atteintes après Philiatra.

» Un centre d'ébranlement placé vers le sud-ouest de l'Alphios rend compte des circonstances d'heure.

» Le n° 4, sauf les anomalies de Corfou et de Lamia qu'on peut attribuer à une erreur de sensation bien explicable, indique que la direction du mouvement était entre le méridien et le premier vertical.

» Le n° 6 donne comme limite de la grande intensité une ligne dont la direction générale est nord-ouest-sud-est, direction confirmée par la ligne des centres d'intensité maximum.

» Tout paraît donc concourir à assigner au phénomène une cause générale située vers le sud-ouest de l'Alphios, au delà des Strophades.

» 8. *Volcans signalés, mais non reconnus.* — Vers le milieu d'août, un capitaine anglais, se rendant à Malte, a signalé, à 100 milles au sud de Matapan, un nouveau volcan.

» De Malte, on signale qu'après le 27 août a apparu une île volcanique à 60 milles dans l'est de Malte.

» De Kyparissia (en Messénie), on écrit que le tremblement de terre du 27 août a été précédé immédiatement par l'apparition d'une lueur volcanique du côté des Strophades.

» 9. *Secousses consécutives.* — Les 28 et 31 août, 2 septembre, 3, 4 et surtout le 5, la Messénie a éprouvé de nouvelles secousses plus ou moins fortes. »

GÉOLOGIE. — *Carte représentant les terrains granitiques et crétacés des Pyrénées espagnoles et leur disposition en chaînons obliques et successifs.* Note de M. **F. Schrader**, présentée par M. Daubrée.

« J'ai déjà à deux reprises communiqué à l'Académie, sur la géologie des Pyrénées, diverses observations faites au cours du travail géographique que j'y poursuis. Aujourd'hui, ayant dressé une Carte d'ensemble au 800000e de la chaîne entière, qui donne pour la première fois une idée approchée de la conformation du massif montagneux, j'ai reporté sur cette Carte le tracé des affleurements que j'avais reconnus dans les Pyrénées centrales. N'ayant point la prétention de dresser une Carte géologique complète, mais simplement d'attirer l'attention des géologues sur la disposition des Pyrénées en chaînons obliques successifs, disposition qui me paraît devoir modifier l'idée qu'on se faisait de la chaîne Pyrénéenne, je me suis borné à tracer les contours des masses primitives des Pyrénées centrales, sur les deux versants, et la longue bande de terrains crétacés du versant sud.

» Pour la province de Huesca, je me suis trouvé, sauf les changements amenés par le tracé géographique, à peu de chose près d'accord avec la Carte de l'ingénieur espagnol D. Lucas Mallada. Pour le val d'Aran, j'ai pu reconnaître la précision des observations qui m'avaient été communiquées par le Dr Jeanbernat. Mon ami M. Emm. de Margerie, qui se propose d'étudier la géologie du versant espagnol des Pyrénées, m'a aidé dans le tracé d'une Carte au 200000e, dont cette esquisse n'est qu'un extrait. Je dois des remercîments à M. Daubrée, qui a bien voulu revoir la classification de mes échantillons de roches.

» J'ai colorié d'une teinte pleine les régions que j'avais parcourues moi-même, me bornant à entourer d'un liséré celles que je n'ai point encore visitées, et pour lesquelles j'ai simplement emprunté les grands traits de la Carte de Dufrénoy et Élie de Beaumont, en leur faisant subir les déplacements que nécessitait le tracé géographique.

» Ces déplacements ont rendu évidente, pour les terrains primitifs, l'orientation en bandes successives fréquemment disposées en parallélogrammes. Quant aux terrains crétacés, pour lesquels j'avais reconnu deux grandes bandes ouest-nord-ouest est-sud-est et deux rejets ouest-sud-ouest est-nord-est à la place du long ruban continu que portaient les anciennes Cartes, le report des indications d'Élie de Beaumont et Dufrénoy a suffi pour faire discerner trois autres bandes fragmentaires et deux autres rejets disposés suivant l'orientation ci-dessus. Les couches du terrain triasique, celles du terrain éocène auraient indiqué des alignements semblables; mais j'ai tenu à ne donner qu'une indication, pour ne pas sortir de mon rôle de géographe, laissant aux géologues le soin de compléter ces observations. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Explication des taches du Soleil.* Note de M. J. **Delauney**. (Extrait.)

« Pour expliquer la formation des taches solaires, et en même temps les particularités que présentent leurs mouvements ou leur distribution, l'auteur prend pour bases les hypothèses suivantes :

» 1° Le Soleil est formé d'un noyau très chaud, composé de métaux à l'état liquide; tout autour, règne une atmosphère à une température très élevée, à une énorme pression et presque entièrement formée d'hydrogène.

» 2° Comme conséquence de la très forte pression atmosphérique, le

noyau renferme *en dissolution* une très grande quantité de gaz, provenant de l'atmosphère.

» 3° La pression atmosphérique à la surface solaire est ainsi distribuée : minima aux pôles, minimum à l'équateur, un maximum de chaque côté de l'équateur à une latitude peu élevée.

» 4° L'atmosphère solaire est sujette à des variations de pression.

» Pour appuyer ces quatre propositions, l'auteur fait remarquer que :

» 1° L'état liquide du noyau est une conséquence de la haute pression atmosphérique : telle, en dépit d'une température élevée, l'eau de nos chaudières restant liquide sous la pression de la vapeur.

» 2° La dissolution d'une partie des gaz de l'atmosphère dans la masse du noyau est l'extension à une très haute température des lois de la dissolution; celle-ci doit croître avec la pression et diminuer avec elle.

» 3° La distribution de la pression atmosphérique est conforme à l'observation, qui montre l'atmosphère aplatie aux pôles; plus forte dans la zone équatoriale, avec un renflement de chaque côté de l'équateur. Sur notre planète, les mesures barométriques, faites à diverses latitudes, fournissent des résultats analogues.

» 4° Les variations de la pression atmosphérique solaire sont indiquées par l'observation; on observe souvent des dépressions et des renflements dans cette atmosphère; en général, elle est déprimée au-dessus des taches et renflée au-dessus des facules.

» Pour expliquer la *formation des taches,* il suffit de supposer qu'une dépression atmosphérique se produise en une région de la surface du noyau. La pression diminuant, il en sera de même de la quantité de gaz dissous dans les métaux liquides de cette région. Des gaz tendront donc à se dégager, et non seulement dans les couches superficielles, mais encore dans toute la profondeur de la masse solaire. Les bulles de gaz, montant vers la surface, se livreront un passage en refoulant de tous côtés la masse solaire; elles formeront, en définitive, une tache. On observe, en effet, que de l'intérieur des taches s'élancent des jets considérables d'hydrogène, qui, allant au delà de l'atmosphère, produisent ce qu'on appelle des *protubérances*. En somme, les taches ne seraient que *des éruptions gazeuses;* tel est aussi l'avis du P. Secchi.

» Quant à la *distribution des taches suivant les latitudes,* on observe sur la surface solaire quatre parallèles, pour lesquels la fréquence des taches offre des maxima, aux latitudes 10° et 20° nord, 10° et 20° sud. L'auteur montre, par une construction géométrique, que cette distribution est une

conséquence de la distribution des pressions dans l'atmosphère solaire.

» Pour ce qui est du *mouvement des taches en latitude,* l'observation montre que les taches rapprochées de l'équateur diminuent de latitude, tandis que celles qui en sont plus distantes augmentent de latitude. Cela résulte de ce que les entonnoirs de dégagement des gaz, ou taches, ne se produisent pas suivant des rayons, mais se courbent du côté où la pression va en diminuant.

» Les taches éprouvent également des *déformations*. On observe que, toutes les fois qu'une tache se divise, ou subit de grandes transformations, il se produit un mouvement brusque vers la partie antérieure; les grandes taches, après avoir disparu, reparaissent souvent à une petite distance de leur position primitive, mais toujours vers la partie antérieure. L'auteur montre que ces mouvements sont dus à ce que les gaz qui proviennent de l'intérieur du noyau ont des vitesses absolues de rotation moindres qu'à la surface.

» Enfin, quant aux *mouvements des taches en longitude*, l'observation fait voir que les taches tournent d'autant moins vite qu'elles sont à des latitudes plus élevées. D'après l'auteur, les gaz ascendants, qui forment une tache, ayant des vitesses de rotation moindres que le liquide qu'ils traversent, il en résulte que l'entonnoir de la tache constitue un obstacle à la rotation. Cet obstacle fait sentir son action, non seulement au liquide en contact avec les gaz, mais encore à tout le volume qu'engendrerait l'entonnoir en exécutant une révolution complète autour de la ligne des pôles. Si l'on suppose deux taches identiques, se produisant sur un même méridien, les entonnoirs de ces deux taches constituent deux forces retardatrices, proportionnelles aux vitesses absolues primitives des deux parallèles des taches. Les entonnoirs ne pourraient évidemment continuer à rester sur le même méridien que si les deux forces retardatrices s'exerçaient sur une même quantité de matière. Or, les volumes qu'engendreraient les deux entonnoirs sont différents; le plus petit est celui qui correspond à la latitude la plus élevée. Il en résulte que l'entonnoir de la tache supérieure, exerçant son action sur une moindre masse, devra produire un retard dans la rotation plus grand que celui de la tache inférieure; par suite, les taches doivent tourner d'autant moins vite qu'elles se produisent à une latitude plus élevée.

» Arrivant à l'explication des *facules*, l'auteur fait remarquer que les taches constituent un phénomène par lequel, sous l'influence des dépressions, une partie de l'hydrogène, préalablement dissous dans le noyau

solaire, est mis en liberté. Les facules correspondent au phénomène inverse : sous l'influence de hautes pressions, l'hydrogène de l'atmosphère est absorbé ou dissous par le noyau. La tache est le résultat d'un cyclone; la facule est le produit d'un anti-cyclone. Les taches sont accompagnées d'une diminution de chaleur, employée à transporter de l'hydrogène de l'intérieur du Soleil jusque et même au delà de l'atmosphère; les facules sont accompagnées d'une production de chaleur, résultant de la tombée de l'hydrogène se dissolvant dans la masse solaire. »

M. A. Netter adresse une Note relative aux causes déterminantes de certains mouvements des insectes.

M. Nouguès informe l'Académie que ses expériences de *navigation hydrotechnique* sont installées d'une manière régulière.

La séance est levée à 4 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 septembre 1886.

(suite.)

Note sur la transparence du platine; par E. Van Aubel. Bruxelles, F. Hayez, 1886; br. in-8°.

Sur l'instabilité de l'équilibre de la couche superficielle d'un liquide; par G. Van der Mensbrugghe. 1re Partie. Bruxelles, F. Hayez, 1886; br. in-8°.

Étude critique sur la Mécanique; par A. Calinon. Nancy, Berger-Levrault, 1885; br. in-8°.

Sur une nouvelle méthode de faire des mesures absolues de la chaleur rayonnante ainsi qu'un instrument pour enregistrer la radiation solaire; par Knut Angstrom. Upsal, E. Berling, 1886; in-4°.

Annaes do observatorio do Infante D. Luiz 1883-1884; T. XXI, XXII. Lisboa, Imprensa nacional, 1885-1886; 2 vol. in-4°.

Postos meteorologicos. Annexos aos Annaes do observatorio do Infante D. Luiz 1879. Lisboa, Imprensa nacional, 1885; 1 vol. in-4°.

The cause of electricity with remarks on chemical equivalents; by G.-T. Carruthers. Benares, E.-J. Lazarus, 1886; br. in-8°. (Cinq exemplaires.)

Memoirs of the american Academy of Arts and Sciences. Centennial volume; Vol. XI, Part IV, n° IV. Cambridge, John Wilson, 1886; in-4°.

Proceedings of the american Academy of Arts and Sciences; new Series, Vol. XIII; whole Series, Vol. XXI, Part II. Boston, John Wilson, 1886; in-8°.

Magnetische und meteorologische Beobachtungen an der K. K. Sternwarte zu Prag im Jahre 1885. *Auf öffentliche Kosten* herausgegeben von Prof. Dr L. Weinek. Prag, A. Haase, 1886; in-4°.

Integration af en icke-liniär Differentialequation af andra ordningen af H. Gyldén. Stockholm, Nordstedt et Söner, 1886; br. in-8°.

Astronomiska Iakttagelser och undersökningar anstalda pa Stockholms observatorium utgifna af H. Gyldén; 3e Bandet, n° 4. Stockholm, Nordstedt et Söner, 1886; in-4°.

Genäherte Œrter der Fixsterne von welchen in den astronomischen Nachrichten (Band 67 bis 112) *selbständige Beobachtungen angeführt sind; für die Epoche* 1855 *hergeleitet und nach den geraden Aufsteigungen geordnet von* H. Romberg. Leipzig, W. Engelmann, 1886; in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 septembre 1886.

M. Venukoff. *Du dessèchement des lacs dans l'Asie centrale.* Paris, sans date; br. in-8°. (Extrait de la *Revue de Géographie.*) (Présenté par M. Daubrée.)

Exposé d'un nouveau système d'aérostats dirigeables à propulsion atmosphérique; par J.-A. Fontaine. Paris, J. Michelet, 1886; br. in-4°.

Avant-projet d'une Société d'initiative d'études pour arriver à l'irrigation du plateau de la Beauce; par E. Dolon. Paris, impr. du Fort-Carré, 1886; br. in-4°.

Priorité de la lampe à incandescence. Affaire Somzée-Edison. Discussion de la réponse de M. Picard à la Communication faite par M. Evrard sur les origines belges de la lampe à incandescence. Bruxelles, impr. Verteneuil, 1886; in-4°. (Deux exemplaires.)

Il metodo nella Scienza, dal Sac. Alfio Fisichella. Catania, tip E. Coco, 1886; in-8°.

A plan for the extension of astronomical research; by Edw.-C. Pickering. Cambridge, John Wilson, 1886; br. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 20 septembre 1886.)

Page 520, ligne 4 en remontant, dernière parenthèse, *au lieu de* $\frac{\partial a_1}{\partial x} + 3 a_1 a_3$, *lisez* $\frac{\partial a_1}{\partial x} - 3 a_1 a_3$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 OCTOBRE 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur les taches et les protubérances du Soleil, d'après* M. Spœrer. Note de M. **Faye**.

« Je viens de recevoir de M. le Dr Spœrer, bien connu de l'Académie par ses utiles et persévérants travaux sur le Soleil, une Note intéressante extraite des *Publications de la Société astronomique allemande* (Band 20, Heft 4). Dans cette Note, M. Spœrer se range à l'idée que les facules et les taches sont les résultats de la circulation de l'hydrogène qui forme autour du Soleil une espèce d'enveloppe à laquelle on a donné le nom de *chromosphère*. A la vérité, M. Spœrer renverse les phases de cette circulation en admettant que ce sont les courants ascendants, dont il n'assigne pas la cause, qui déterminent la production d'un courant descendant au milieu de ces facules, lequel pénètre en bas dans le corps du Soleil en faisant naître une tache.

» Il admet, en outre, que ce courant descendant consécutif s'étale en bas et que l'hydrogène ainsi entraîné remonte autour du canal de la tache

en se mêlant aux courants ascendants susdits, ce qui engendre, ajoute-t-il, une circulation complète.

» Je remarque avec plaisir que ces idées, suggérées par une observation attentive, mais incomplète, sont tout à fait analogues à celles que j'ai publiées autrefois. Il y aurait identité, si M. Spœrer recherchait la cause mécanique de cette circulation si remarquable. Pour faire pénétrer de l'hydrogène froid sous forme de colonne cylindro-conique dans les couches bien plus denses de la photosphère, il faut une force, et on ne la trouvera que dans les inégalités de vitesse bien constatées des courants horizontaux produisant, à la surface du Soleil, comme dans nos fleuves ou dans notre atmosphère, des mouvements giratoires descendants à axe vertical.

» Là est donc l'origine de cette circulation qui a pour organe les taches et les pores dont la surface du Soleil est parsemée et pour conséquence, non pour origine, les phénomènes brillants dus au retour tumultueux, vers le haut, des masses hydrogénées englouties et entraînées par ces tourbillons dans les couches profondes où elles acquièrent une température élevée.

» Je ne manquerai pas cette occasion de faire remarquer que, tant qu'on ne se résoudra pas à étudier les mouvements tourbillonnaires autour de nous, on se méprendra sur la nature des mouvements analogues qui se produisent, soit sur le Soleil, soit dans notre propre atmosphère. »

PHYSIOLOGIE. — *Parallèle de la marche et de la course, suivi du mécanisme de la transition entre ces deux allures.* Note de MM. **Marey** et **Demeny**.

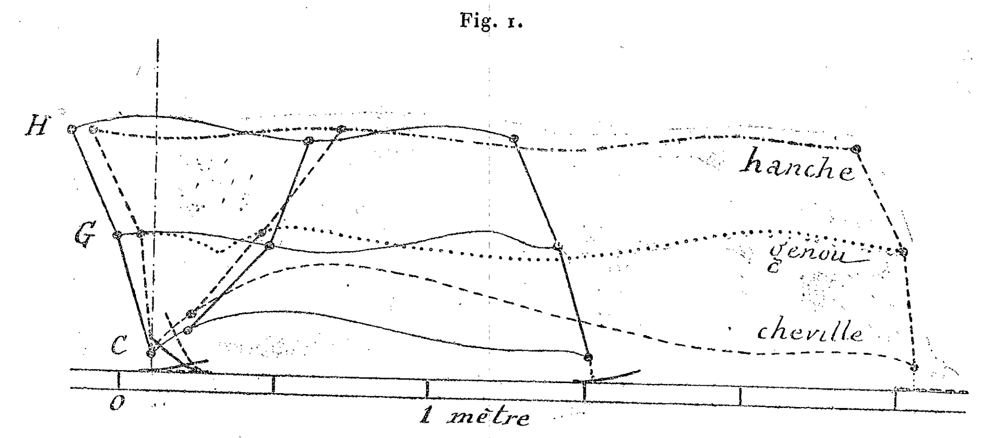
« Les Notes que nous avons publiées sur la cinématique et sur la dynamique de la marche et de la course ont pour complément nécessaire un parallèle entre ces deux allures. De nombreuses différences existent entre la marche et la course, et si, dès longtemps, l'observation a montré que cette dernière se caractérise par des instants de suspension où le corps est entièrement détaché du sol, il y a d'autres caractères non moins importants à connaître, mais que l'œil ne pouvait guère saisir, tandis qu'ils se révèlent clairement par les chrono-photographies ou par l'emploi du dynamographe. De cet ordre sont les inflexions diverses des trajectoires de chaque point du corps, les accélérations et ralentissements de sa masse, la durée des doubles appuis des pieds ou des temps de suspension. Ces

différences ont leur raison d'être dans les conditions mécaniques de la locomotion, dans la force musculaire du sujet en expérience, dans les proportions des différentes parties de son corps, dans l'importance de sa masse ou des charges qu'il porte. Elles dépendent aussi de la nature et de l'inclinaison du terrain; mais nos expériences n'ont été faites, jusqu'ici, que sur un sol ferme, lisse et parfaitement horizontal.

» Ces comparaisons ont une très grande importance pratique, aussi devra-t-on les étendre non seulement au parallèle de la marche et de la course, mais aux différents types de marche et de course : car il est nécessaire, au point de vue de la gymnastique, de savoir définir les allures qui donnent le maximum d'effet utile, c'est-à-dire la plus grande vitesse avec la moindre dépense de travail. Les artistes, de leur côté, trouveront dans ces études le moyen de représenter les attitudes qui expriment la lenteur ou la vitesse des allures, le calme ou l'énergie des mouvements.

» Dans le parallèle qui va suivre nous n'aurons que peu d'expressions nouvelles à introduire, et nous userons autant que possible des termes consacrés par l'usage ou de ceux que nous avons définis dans les Notes précédentes. Ainsi, nous distinguerons les pressions du pied sur le sol en *pression normale* et *pression tangentielle;* cette dernière pourra être positive si elle s'exerce d'avant en arrière, de façon à accélérer la progression, et négative quand elle s'exercera d'arrière en avant, de manière à ralentir la vitesse du marcheur.

Fig. 1.



Attitudes, longueur de pas et angle de déroulement du membre inférieur droit dans la marche et dans la course. Les lignes ponctuées correspondent à la course.

» Nous appellerons *angle d'appui* celui que le rayon du membre fait avec la verticale qu'on élèverait du sol en avant de la jambe; l'*angle de lever*

sera celui que fait le rayon du membre avec la même verticale située en arrière de la jambe quand elle va quitter le sol. La somme de ces deux angles sera désignée sous le nom d'*angle de déroulement* du membre inférieur.

A. Période d'appui du pied. Attitudes et déroulement du membre inférieur.

Marche.	*Course.*
Le *pied* touche le sol par le *talon*, quelle que soit la longueur du pas.	Le *pied* touche le sol par la *pointe*, si le pas est court; par la *plante*, si le pas est plus long; par le *talon*, si le pas est d'une grande longueur.
La *jambe*, au moment du poser, est *oblique* en avant et presque étendue.	La *jambe*, au moment du poser, est *verticale* et fléchie sur la cuisse.
Le *genou*, au moment où le rayon du membre passe par la verticale, est *étendu* dans la marche lente, peu fléchi dans la marche rapide.	Le *genou*, au moment où le rayon du membre passe par la verticale, est toujours *fléchi*, et cela d'autant plus que la course est plus rapide.
L'*angle d'appui* est plus grand que dans la course et reste constant, pour un même sujet, aux différentes vitesses de la marche.	L'*angle d'appui* est plus petit que dans la marche et reste constant aux différentes vitesses de l'allure.
L'*angle de lever* est plus petit que dans la course.	L'*angle de lever* est plus grand que dans la marche, surtout quand le pas est allongé.
L'*angle de déroulement* (50° environ) varie dans le même sens que la longueur du pas.	L'*angle de déroulement* est sensiblement le même que dans la marche; mais, en raison du temps de suspension pendant lequel le corps progresse, il n'y a pas de relation entre cet angle et la longueur du pas.

B. Période de lever du pied. Attitudes et oscillations du membre inférieur.

» Dans la marche comme dans la course, les membres sont d'autant plus fléchis que leur période d'oscillation doit être plus brève; il y a là une condition de moindre travail qu'on observe également pour l'oscillation du bras. Dans les deux allures, la vitesse du pied présente les mêmes phases de variation : elle atteint son maximum au dernier tiers de la phase d'oscillation; mais des différences apparaissent quand on compare, dans ces deux allures, la vitesse moyenne du pied à celle du corps.

Marche.

La *vitesse moyenne du pied* est *supérieure* au double de la vitesse de progression du corps.

Dans la marche, en effet, *la durée du double appui doit se retrancher* de celle du demi-pas pour constituer la période d'oscillation.

Course.

La *vitesse moyenne du pied* est *inférieure* au double de la vitesse de la progression du corps.

Dans la course, en effet, *la durée de la suspension du corps s'ajoute* à la durée du demi-pas pour constituer celle de l'oscillation.

» On s'explique alors comment, pour une même vitesse de progression, la vitesse *relative* du pied par rapport à celle de la masse du corps est plus petite dans la course que dans la marche, puisque, à cadence égale, la durée de l'oscillation est plus grande dans la course que dans la marche.

» Ces différences deviendront facilement intelligibles si l'on se reporte à la *fig.* 2.

Durée relative des appuis et levers dans la marche et dans la course.

» Nous aurons à considérer des actes communs aux deux allures, les appuis et levers proprement dits, et des actes propres à chacune d'elles. La marche seule présente le *double appui*, et la course seule offre des *instants de suspension*. La *fig.* 2 montre comment varient ces éléments de la durée du pas dans les deux allures, avec des rythmes croissant de 5 en 5 pas, entre 40 et 140 appuis d'un même pied à la minute.

Sinuosités de la trajectoire de la tête et des points remarquables du corps, projetées sur un plan vertical.

» Nous commencerons par la trajectoire de la tête, qui subit symétriquement l'action des deux membres inférieurs.

Marche.

» La *tête* décrit pendant l'appui du pied une courbe à *convexité* supérieure.

» Dans un pas complet, les trajectoires produites par l'appui alternatif des pieds se suivent *sans intervalle*.

» Le *ralentissement* de la progression, lié à chaque appui des pieds sur le sol,

Course.

» La *tête* décrit pendant l'appui du pied une courbe à *concavité* supérieure.

» Dans le pas complet, les trajectoires produites par l'appui alternatif des pieds *sont séparées* par un arc parabolique représentant la suspension, et qui se produit suivant les lois du saut.

» Le *ralentissement* de la progression, liée à chaque appui des pieds sur le sol,

coïncide avec la *convexité* de trajectoire de la tête.

» Le *niveau* moyen des oscillations de la tête dans le plan vertical *est plus haut*.

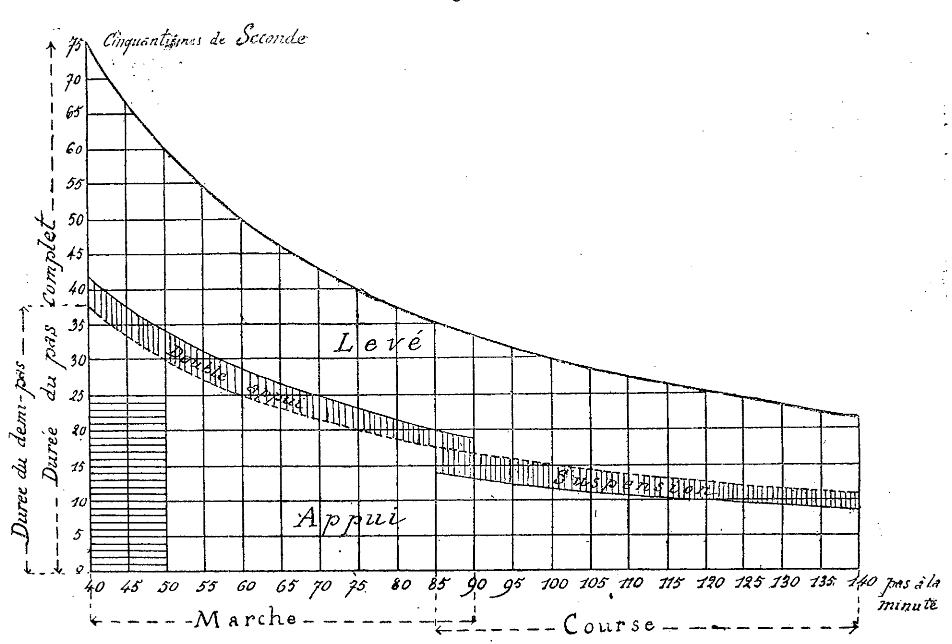
» La *longueur du pas règle* l'amplitude des oscillations verticales; ces oscillations croissent avec cette longueur.

coïncide avec la *concavité* de la trajectoire de la tête.

» Le *niveau* moyen des oscillations de la tête dans le plan vertical *est plus bas*.

» La *longueur du pas est indépendante* de l'amplitude des oscillations verticales; celles-ci tendent plutôt à diminuer d'amplitude quand le pas s'allonge.

Fig. 2.



Les ordonnées totales représentent en cinquantièmes de seconde la durée totale du *pas complet;* celle du *demi-pas* est limitée par une courbe ponctuée. La durée des appuis est limitée en haut par une ligne formée de traits successifs. On voit que, dans la marche, la durée de l'appui excède le demi-pas de toute la longueur du double appui. Dans la course, au contraire, la durée de l'appui est inférieure à celle du demi-pas de toute la durée de la suspension.

» L'*instant du maximum* de l'oscillation correspond à l'*appui* d'un pied.

» La verticale qui passe par le point d'appui est toujours située en arrière *du maximum* de l'oscillation de la hanche.

» A mesure que la vitesse augmente, la trajectoire de la hanche porte son *maximum* plus en avant de la verticale élevée du point d'appui.

» L'*instant du maximum* de l'oscillation correspond à la *suspension.*

» La verticale qui passe par le point d'appui est toujours située en arrière *du minimum* de l'oscillation de la hanche.

» A mesure que la vitesse augmente, la trajectoire de la hanche porte son *minimum* plus en avant de la verticale élevée du point d'appui.

Sinuosités de la trajectoire du sommet de la tête et du milieu du bassin, projetées sur un plan horizontal. — Pistes et empreintes des pieds.

» A toutes les allures, l'alternance des appuis des membres droit et gauche oblige le tronc à sortir du plan vertical de progression; l'écartement des empreintes des pieds sur le sol est en rapport avec les oscillations horizontales du corps. Mais l'amplitude de ces oscillations varie inversement pour la marche et pour la course, à mesure que la vitesse de progression augmente.

Marche.	*Course.*
Plus la marche est rapide et plus les pas sont longs, plus les oscillations latérales de la tête et du bassin *augmentent* d'amplitude.	Plus la course est rapide et le pas allongé, plus les trajectoires de la tête et du bassin *perdent leurs oscillations* et tendent à se rapprocher d'une ligne droite.

» Quant à l'écartement des empreintes, il diminue, dans les deux allures, avec la longueur du pas. En même temps, l'angle que forme l'axe du pied avec la ligne moyenne de progression, ou angle d'ouverture du pied, tend à diminuer aussi.

Loi des longueurs de pas et des vitesses de progression.

» Dans toutes les allures, les deux moitiés d'un pas complet sont souvent de longueurs inégales : la plus longue correspond à l'action de la jambe dont les muscles sont le plus exercés. On sait en effet que chaque sauteur, pour prendre son élan, se sert de préférence de l'une des jambes.

» La rapidité de la cadence des pas influe sur leur longueur, dans la marche comme dans la course; elle influe aussi sur la vitesse de la progression, mais agit diversement dans ces deux allures.

Marche.	*Course.*
La longueur du pas *croît* avec la cadence *jusqu'à un maximum* qui correspond à 75 pas complets à la minute, puis diminue pour des cadences plus rapides.	La longueur du pas croît toujours à mesure que la cadence s'accélère.
La vitesse de progression augmente avec la rapidité de la cadence *jusqu'au nombre de* 85 pas complets à la minute; elle diminue ensuite si la cadence s'accélère ([1]).	La vitesse de progression augmente *indéfiniment* avec la rapidité de la cadence, et tend vers une limite qui semble voisine de 10^m par seconde.

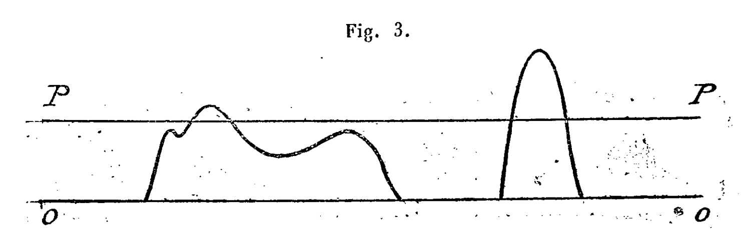
([1]) *Voir* la Note du 3 novembre 1884.

LOI DES PRESSIONS NORMALE ET TANGENTIELLE DU PIED SUR LE SOL.

La courbe de la pression normale du pied *oscille de part et d'autre* de la ligne du poids (¹), qu'elle dépasse au début d'autant plus que la cadence est plus rapide, et au-dessous de laquelle elle tombe pour se relever à la fin de l'appui. Ce dernier maximum décroît à mesure que la cadence s'accélère.

La courbe de la pression normale n'a *qu'une seule courbure* et un seul maximum toujours supérieur à la ligne du poids, et d'autant plus élevé que la cadence est plus rapide.

Fig. 3.



Phases de la pression du pied sur le sol dans la marche.

Phases de la pression du pied sur le sol dans la course.

» La *pression tangentielle* est *négative* au moment du poser dans toutes les allures, c'est-à-dire qu'à ce moment elle résiste à la progression. Cette pression devient *nulle* au moment où le rayon du membre passe par la verticale; enfin, elle devient *positive* quand le rayon a dépassé la verticale. C'est dans cette dernière phase seulement que la pression tangentielle accélère la translation de la masse du corps et correspond à un travail positif; dans la première phase, au contraire, elle ralentit la masse et fait du travail résistant.

VARIATIONS DU TRAVAIL MÉCANIQUE DÉPENSÉ DANS LA MARCHE ET DANS LA COURSE.

» La méthode de calcul du travail dépensé dans la locomotion humaine a été exposée dans une Note précédente (²); elle est fondée sur la mesure des oscillations verticales imprimées à la masse du corps, sur celle des variations de sa vitesse horizontale, enfin sur le calcul de l'énergie nécessaire pour produire l'oscillation de la jambe pendant la durée de la suspension. On notera que les deux premiers éléments du travail sont fonctions de la longueur des pas et fonctions plus compliquées de la vitesse

(¹) *Voir* les Notes des 8 et 15 octobre 1885.
(²) Note du 9 novembre 1885.

de progression. En comparant les deux allures au point de vue du travail dépensé, on constate les différences suivantes :

Marche.

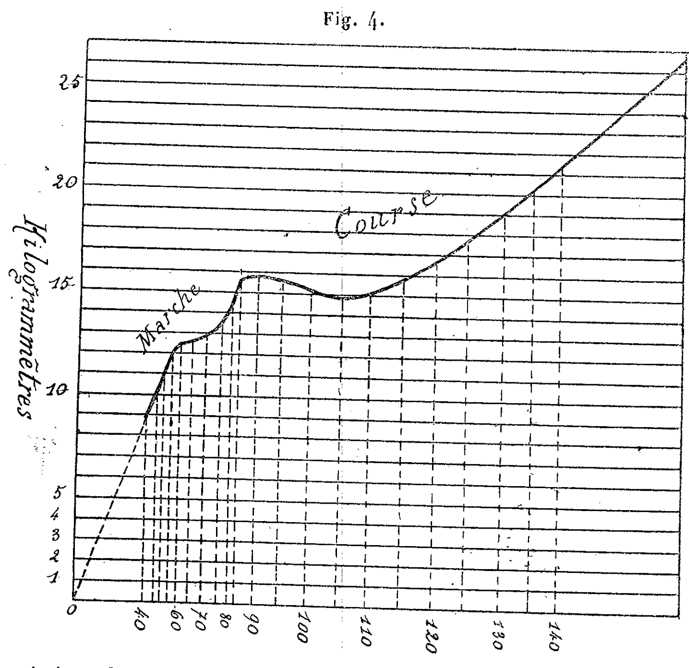
La dépense de travail croît toujours avec la vitesse de progression, et cet accroissement est très grand pour les allures qui dépassent les cadences normales de 55 à 65 doubles pas à la minute.

Course.

La dépense de travail pour une vitesse de progression peu supérieure à celle de la marche dépense plus de travail, mais la dépense *décroît* pour une course plus rapide et s'élève ensuite dans les limites indiquées par le Tableau suivant.

» C'est pour ces raisons que nous avons distingué dans les allures de l'homme des rythmes avantageux et des rythmes défectueux au point de

Fig. 4.



Courbe des variations du travail mécanique dépensé dans la marche et la course de l'homme en fonction de la vitesse de progression.

Les ordonnées indiquées entre la figure correspondent aux vitesses de progression qui s'observent à des cadences croissant de 5 en 5 pas à la minute entre 40 et 85 pas pour la marche et entre 85 et 140 *pour la course*.

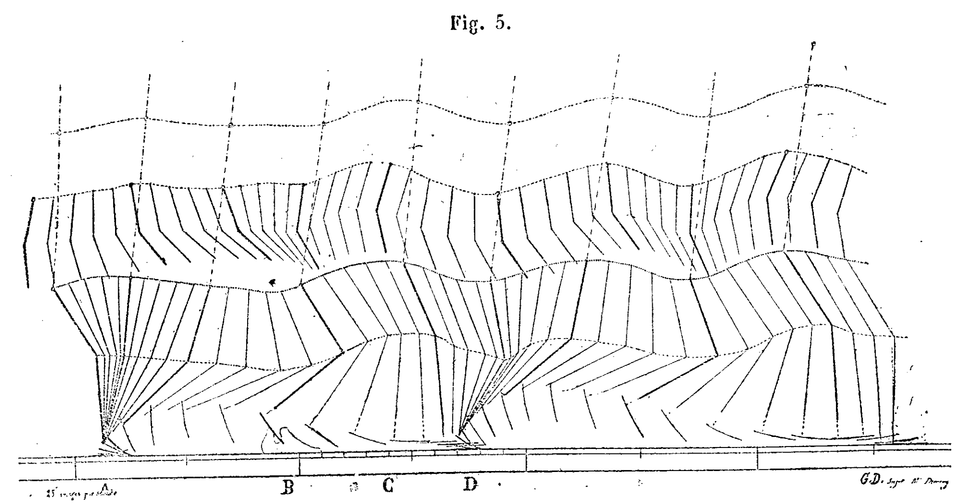
vue de l'utilisation économique de la force musculaire, utilisation qui est le but final de nos études sur la locomotion.

TRANSITIONS DE LA MARCHE A LA COURSE ET DE LA COURSE A LA MARCHE.

» Les figures ci-dessous expriment tous les détails des mouvements qui s'exécutent dans ces deux transitions et dont les principaux caractères sont les suivants :

» *De la marche à la course* la transition se fait directement pendant un appui du pied, sans passer par une allure mixte. Le marcheur qui veut courir penche son corps en avant, puis fait un *appel* du pied semblable à celui qui prépare un saut : c'est-à-dire fléchit la jambe à l'appui et l'étend ensuite brusquement jusqu'à ce que le corps se détache du sol. La *fig.* 5

Fig. 5.



Transition de la marche à la course. Modifications qui s'observent dans les sinuosités des trajectoires en B au moment de la transition.

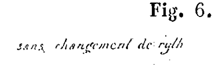
ne montre que les mouvements de la moitié droite du corps; la transition se fait en B sur le pied gauche invisible, mais dont les réactions se font suffisamment sentir sur la moitié droite du corps. On voit que la flexion de la jambe au moment de son appui modifie immédiatement les trajectoires de la hanche et de la tête, en leur donnant les caractères propres à la course, c'est-à-dire la forme concave par en haut à la place de la convexité qui s'observait en A dans la marche. A la fin de cet appui, la brusque détente de la jambe projette le corps comme dans un saut, la suspension est obtenue en C; un autre appui s'observe en D; le régime de la course est régulièrement établi.

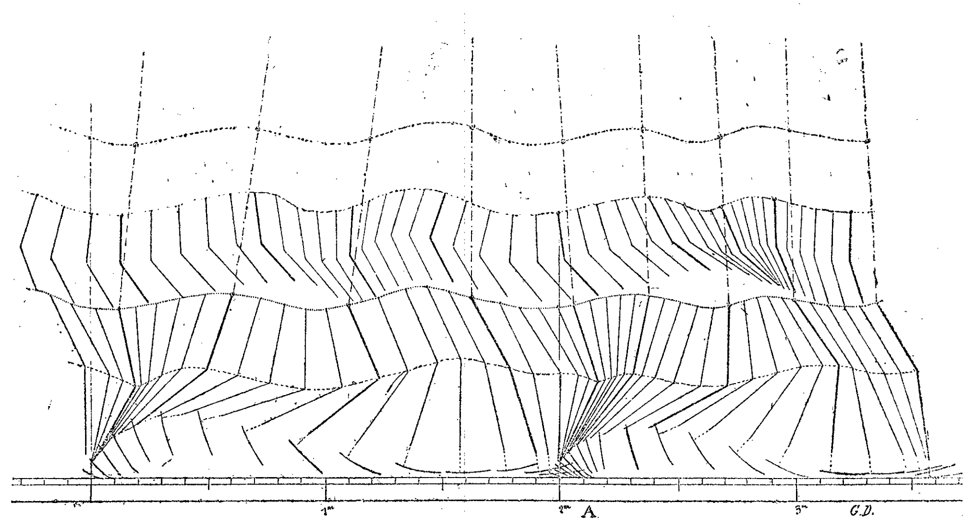
» *De la course à la marche* la transition est inverse (*fig.* 6): le coureur ralentit sa vitesse en penchant le corps en arrière. L'appui prochain A est

un peu plus prolongé, le membre inférieur plie en faisant un travail résistant pour atténuer la vitesse; il se redresse ensuite sans brusquerie comme dans la marche.

» Pendant cet appui, la trajectoire de la hanche offre une forme mixte: concave d'abord comme dans la course, puis convexe comme dans la marche.

Fig. 6.





Transition de la course à la marche; les sinuosités des trajectoires se modifient au moment de la transition A.

» A partir de ce moment, les actes qui se succèdent sont ceux de la marche ordinaire: le lever du pied droit correspond à un minimum des trajectoires de la tête et de la hanche, il se produit au moment où le pied gauche vient de toucher le sol; enfin le corps reprend l'inclinaison propre à l'allure de la marche.

» La série des actes exécutés dans cette transition est semblable à celle qui s'observe dans la chute qui suit un saut en longueur. »

ANATOMIE ZOOLOGIQUE. — *Considérations sur le système nerveux des Gastéropodes*. Note de M. **H. de Lacaze-Duthiers**.

« Dans quelques Notes présentées antérieurement à l'Académie, j'ai montré que, sur plusieurs types aberrants des Gastéropodes, il était toujours

possible, à l'aide de la loi des connexions, de retrouver les parties homologues aussi bien dans les organes innervés que dans des centres nerveux innervants, et cela malgré les dispositions particulières qui semblaient, en les masquant, faire disparaître les homologies.

» Avant d'aborder l'observation de nouvelles formes, il est utile d'insister sur quelques faits qui doivent toujours être pris en considération dans les recherches de cet ordre.

» Il importe, en effet, dans les analyses faites pour reconstituer le système nerveux central des Gastéropodes, tel du moins qu'il me paraît devoir être compris, de reconnaître quels sont les amas de cellules ganglionnaires d'une importance primaire, afin de ne point attribuer une valeur trop grande à des ganglions qui, par leur volume et leur nombre, pourraient sembler fort importants, tout en n'ayant qu'un rôle accessoire et secondaire.

» On peut être assuré que, lorsqu'un organe acquiert des proportions considérables, la partie du système nerveux qui lui correspond, représentée dans les cas ordinaires par quelques nerfs seulement, prend dans ces nouvelles conditions un développement proportionnel à celui de l'organe.

» Mais le centre primitif qui préside à l'innervation ne se modifie que peu ou point, et ce n'est que sur la partie périphérique que portent les changements souvent assez grands pour faire croire à une importance morphologique qui au fond n'existe pas. Dans ces cas, sur le trajet des nerfs principaux, se forment des dépôts de cellules nerveuses dont le nombre et le volume sont variables et les ganglions qui en résultent et qu'on peut nommer *ganglions de renforcement* ou *supplémentaires* sont accessoires, surajoutés et n'ont pas la constance de ceux qui constituent le système central proprement dit.

» Dans les études sur ce système nerveux des Mollusques une préoccupation doit donc être constante : il faut chercher à reconnaître les ganglions d'ordre primaire pour les distinguer de ceux qui, étant surajoutés, sont secondaires. La nature, en multipliant ces centres d'ordre secondaire, a dissocié pour ainsi dire les éléments. L'observateur, par une sorte de synthèse, doit au contraire rapprocher les parties surajoutées pour les réunir à celles qui constituent vraiment le système nerveux central.

» Il n'est pas d'exemples plus démonstratifs venant à l'appui de ces idées que ceux qu'on peut tirer de l'étude du mode d'innervation du tube digestif de quelques Mollusques gastéropodes.

» Dans ce mode d'innervation deux choses sont constantes et invariables :

» 1° L'origine des connectifs cérébro-sympathiques sur la face antérieure et supérieure des ganglions cérébroïdes;

» 2° La présence de deux ganglions le plus souvent sphéroïdaux, mais toujours symétriques, semblables et situés dans l'angle que font l'œsophage et la poche linguale au voisinage du point où débouchent les canaux salivaires.

» Ces deux ganglions constituent seuls le centre *stomato-gastrique;* ils fournissent en haut des *nerfs salivaires* et *buccaux*, en bas deux cordons, *nerfs stomacaux*, les plus gros et les plus longs, qui suivent l'œsophage pour aller innerver l'estomac et l'intestin. Il est curieux de remarquer que du même centre partent des nerfs volontaires, destinés à la bouche, et des nerfs allant à des organes échappant fort probablement à l'action de la volonté, comme les glandes salivaires, l'estomac et l'intestin.

» Dans un grand nombre de cas, les deux nerfs stomacaux se divisent sur la dilatation du tube digestif précédant l'ouverture des canaux biliaires et, suivant qu'elle est plus ou moins étendue, forment des réseaux variables à l'infini pour la richesse et la disposition. Les Doris, les Pleurobranches, les Haliotides, les Téthys et la plupart des Gastéropodes sont dans ce cas. Mais d'autres dispositions se présentent : l'une d'elles qui va nous occuper existe chez les Philines, les Bulles, les Scaphanders, les Aplysies, etc.

» Chez ces animaux, après le bulbe lingual, l'œsophage est dilaté vers le bas en un jabot souvent fort vaste, au-dessous duquel se trouve un gésier garni de pièces dures destinées à triturer les aliments.

» Cet appareil masticateur est robuste et ses pièces sont mues par des muscles puissants. Son innervation par un petit nombre de nerfs, comme dans les cas ordinaires, eût été insuffisante. Aussi voyons-nous apparaître une série de petits centres ganglionnaires qui, si l'on ne considérait que leur développement, seraient plus importants que les centres d'origine situés, comme on vient de le voir, dans l'angle formé par l'œsophage et la poche linguale.

» Chez la Philine, le gésier est allongé et armé de trois pièces losangiques, dures et résistantes. En haut, il est entouré par un collier nerveux ayant des nodules ganglionnaires très variables pour le nombre et le volume : de lui partent six nerfs constants, aussi gros souvent que les nerfs stomacaux eux-mêmes. Ces nerfs suivent les bords des pièces dures de l'armature et, chemin faisant, innervent les muscles puissants qui les unissent et les meuvent. Arrivés au bas de l'appareil masticateur, ils s'anastomosent et forment un nouveau collier tout aussi développé que le

premier ; enfin de ce dernier partent les nerfs de l'estomac et de l'intestin. A droite le centre asymétrique envoie une branche anastomotique à cet appareil nerveux déjà si riche, et le renforce encore.

» Dans la *Bulla hydatis,* les trois pièces de la mastication étant plus courtes que longues, le gésier devient globuleux ; mais les mêmes muscles, les mêmes colliers supérieurs et inférieurs, les mêmes ganglions se retrouvent ainsi que dans la Philine. Seulement, au lieu de six nerfs unissant les deux colliers, il n'en existe que trois, et les petits amas ganglionnaires sont plus gros et mieux différenciés.

» Dans le Scaphander, l'appareil masticateur semble au premier abord composé seulement de deux pièces ; mais, en cherchant bien, on retrouve la troisième fort petite cachée entre les deux grandes ; les trois nerfs unissant les deux colliers, le supérieur et l'inférieur, sont très visibles sur le dos des muscles. Les ganglions, le plus souvent au nombre de trois comme les pièces dures, sont mieux formés que dans les Philines.

» L'Aplysie a un jabot énorme sur lequel on suit facilement les deux grands nerfs stomacaux, qui, de loin en loin, sont unis par des nerfs grêles dont les anastomoses forment un réseau à mailles peu serrées. Vers le bas, la tunique musculeuse s'épaissit beaucoup et sa rigidité montre clairement qu'elle est fort puissante. En dedans, la muqueuse est couverte de pièces pyramidales, dures, disposées sur plusieurs rangs et de plusieurs grandeurs sans être aussi différenciées. Cette partie est l'homologue du gésier des Bulles et Philines.

» De même ici que dans les exemples précédents, vers la limite supérieure de ce gésier, existe un collier nerveux, très développé et formé par de grosses branches anastomotiques unissant transversalement les nerfs gastriques. De ce collier partent des rameaux parallèles qui descendent en innervant les muscles. On compte, le plus fréquemment, six de ces nerfs. Vers le bas, leurs anastomoses sont moins régulières que dans le haut et leurs branches de terminaisons vont à l'estomac et à l'intestin.

» Ainsi, on le voit, avec l'apparition d'un appareil masticateur, le nombre des nerfs et des ganglions augmente, proportionnellement, on peut le dire, au développement même des parties modifiées.

» Il n'est donc pas douteux qu'en apparence il n'y ait une grande différence entre les organes d'innervation du tube digestif, suivant qu'il existe ou n'existe pas de gésier, c'est-à-dire de pièces propres à la mastication. Les ganglions et colliers stomacaux des Philines, Aplysies, etc., sont des centres d'innervation tout spéciaux. Mais il ne serait point légitime

d'exagérer leur importance morphologique; ils dépendent du centre stomato-gastrique auquel il faut les joindre bien loin de les en séparer. Ils sont, cela est évident, surajoutés et n'apportent aucune modification à l'interprétation du centre stomato-gastrique, qui reste toujours le même dans sa partie centrale et ne se modifie que dans une portion de la périphérie pour répondre à des besoins nouveaux, lorsqu'un appareil masticateur s'ajoute au tube digestif.

» Dans un prochain travail, je montrerai qu'il est des cas où ces observations sont applicables au système nerveux périphérique dépendant même des ganglions cérébroïdes, et que, par une sorte de balancement organique, pour employer le langage de Geoffroy Saint-Hilaire, les ganglions primordiaux perdent de leur volume tout en restant parfaitement distincts, tandis que des amas cellulaires surajoutés, irrégulièrement disséminés sur le trajet des nerfs, forment des ganglions secondaires de renforcement qui suppléent au faible développement des centres primordiaux. »

MÉMOIRES LUS.

ÉCONOMIE RURALE. — *La culture du blé à Wardrecques (Pas-de-Calais) et à Blaringhem (Nord) en* 1886. Note de MM. **Porion** et **Dehérain**.

« Nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie, l'hiver dernier, les résultats des cultures expérimentales de 1885 [1]. Nous avons montré que, malgré les prix très bas auxquels se maintient le blé depuis plusieurs années, il était possible de rendre sa culture rémunératrice à la condition d'employer des variétés à grand rendement et susceptibles de supporter sans verser de fortes fumures.

» Depuis plusieurs années nous procédons à une sélection très attentive des meilleurs épis que nous fournissent nos 10^{ha} de blé à *épi carré*, nous espérons réussir à obtenir ainsi une variété dans laquelle se fixent et s'accentuent les caractères remarquables que possédait déjà ce blé au moment où nous l'avons introduit dans nos cultures.

» L'an dernier, nous avons obtenu à l'hectare 40 quintaux métriques de grain et 8 tonnes de paille, par une saison chaude et sèche; en 1886, avec une saison humide, les rendements sont encore plus élevés, mais le

---

(1) *Comptes rendus*, t. CII, p. 135; *Annales agronomiques*, t. XII, p. 49.

grain est de moins bonne qualité; au lieu de peser 80^{kg} à l'hectolitre et de renfermer 1,9 d'azote dans 100 parties comme l'an dernier, il ne pèse guère en moyenne que 74^{kg} à l'hectolitre et le dosage d'azote accuse seulement 1,56, plus faible que celui des beaux blés blancs du pays qui, atteints comme le nôtre par la rouille, ne renferment cette année que 1,68 pour 100 d'azote.

» A Blaringhem, sur une terre de qualité moyenne longtemps fort négligée, mais qui a beaucoup gagné depuis qu'elle est drainée et bien travaillée, nous avons distribué à la sole de blé les énormes fumures de $38\,000^{kg}$ de fumier à l'hectare pour une pièce, de 40000 sur une autre; le blé à épi carré a résisté et sous l'influence de cette copieuse alimentation a donné une magnifique récolte. Avec le fumier seul, on a obtenu 43 quintaux métriques de grain et 64 quintaux métriques de paille sur la parcelle d'essai, de 40 quintaux métriques sur l'ensemble de la pièce qui avait une étendue de 1^{ha}. Quand on a ajouté 300^{kg} de superphosphates, le poids de la récolte est devenu de 48 quintaux métriques pour le grain et 76 quintaux métriques pour la paille; enfin l'emploi d'un engrais complémentaire comprenant, outre les superphosphates, des sels de potasse et du sulfate d'ammoniaque, a conduit au rendement maximum pour cette série de 50 quintaux métriques de grain et de 75 quintaux métriques de paille.

» Ces rendements sont beaucoup plus élevés que ceux qu'on obtient habituellement: nous sommes certains cependant de n'avoir été victimes d'aucune illusion; nous avons vérifié avec grand soin la superficie des parcelles d'essai, et en outre nous avons suivi de très près les opérations du battage, relevant nous-mêmes les poids accusés par la bascule.

» Le bénéfice que laisse une culture s'établit en faisant la différence entre le produit brut obtenu par la vente du grain et de la paille aux prix du marché et la somme des frais qui incombent à cette culture; nous avons compté le grain à 20^{fr} le quintal et la paille à 30^{fr} la tonne; bien que les frais soient considérables et qu'en portant le prix de toute la fumure au compte du blé ils oscillent de 600^{fr} à près de 800^{fr} à l'hectare, nous avons pu obtenir, dans les cas les plus favorables, 600^{fr} de bénéfice et, dans ceux qui le sont le moins, 400^{fr}.

» Habituellement les cultivateurs qui sèment le blé après la betterave ne font aucune dépense d'engrais pour cette seconde récolte. Est-il avantageux d'opérer ainsi quand on veut obtenir du blé à *épi carré*, les récoltes maxima, ou bien convient-il dedistribuer une nouvelle fumure? C'est pour

résoudre cette question qu'ont été disposées les expériences de Wardrecques.

» Le blé a été semé sur une terre d'excellente qualité qui, l'an dernier, pour une culture de betteraves, avait reçu une très forte fumure de tourteaux, additionnée d'une faible quantité d'azotate de soude et sur un certain nombre de parcelles de divers engrais complémentaires dont il était intéressant de constater l'effet sur une seconde récolte.

» Quand le blé a crû sur l'arrière-fumure sans engrais complémentaire, il a donné 46,75 quintaux métriques de grain et 70,7 quintaux métriques de paille sur la parcelle d'essai, et 44 quintaux métriques sur l'ensemble de la pièce qui occupait une surface de 3^{ha}. Sur les parcelles d'essai qui avaient reçu en 1885 des superphosphates, le rendement est monté à 50,45 quintaux métriques et à 83, 1 quintaux métriques de paille; enfin nous avons atteint le maximum de 52,65 quintaux métriques de grain correspondant à 70^{hlit} par l'addition de 200^{kg} de sulfate d'ammoniaque; en général, cependant, les engrais complémentaires ajoutés en 1886 n'ont que médiocrement augmenté la récolte, et par suite leur emploi n'a pas accru le bénéfice.

» Les dépenses qui grèvent à Wardrecques le compte du blé sont considérables; elles comprennent à l'hectare, pour le loyer de la terre et l'impôt, 225^{fr}; 173^{fr} pour les façons et la moisson, 110^{fr} pour le battage et 39^{fr} pour l'achat de la semence : elles sont donc de 547^{fr}, auxquels il faut ajouter les dépenses de fumure. Nous avons, l'an dernier, fait supporter aux betteraves l'ensemble de la fumure qu'elles ont reçue; nous n'aurons donc à compter que les engrais complémentaires de 1886. Quand on n'a rien ajouté, on a eu un produit brut de 1147^{fr}, laissant 600^{fr} de bénéfice; celui-ci est de 612^{fr}, en moyenne, quand on a fait usage d'engrais en 1886; cependant, dans un cas, l'emploi du sulfate d'ammoniaque a donné un gain de 711^{fr}.

» Bien que nous ne donnions aux parcelles d'essai aucune façon particulière et qu'elles ne soient tracées que lorsque toute la pièce est préparée, il faut sans doute rapporter une partie des résultats remarquables, obtenus en 1886, aux soins que des moyens puissants, concentrés sur une culture d'une étendue moyenne, nous permettent d'apporter à nos travaux; une bien plus grande part cependant revient au choix d'une *variété susceptible de supporter de très fortes fumures sans verser*.

» L'activité de la correspondance que nous entretenons avec nombre de cultivateurs qui ont eu connaissance de nos résultats nous permet d'espérer que le blé à épi carré se répandra rapidement et que son emploi augmen-

tera dans une notable proportion les faibles bénéfices que les praticiens tirent aujourd'hui de la culture du blé. »

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Finley, faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brunner, de* $0^m,16$). Note de M. GONNESSIAT, présentée par M. Lœwy.

Dates. 1886.	Temps moyen de Lyon.	ΔR. (☄ — ★).	ΔD. (☄ — ★).	Nombre de comp.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.	★.
	h m s	s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Sept. 29...	7.33.19	— 0,02	+9.37,4	10:10	17. 9.14,57	$\bar{1}$,509	—26.13.12,1	0,881	1
30...	7.37.49	+29,61	—4.45,9	12:10	17.11.47,10	$\bar{1}$,520	—26.16. 5,0	0,878	2

Étoiles de comparaison.

Étoiles.	Grandeurs.	Ascension droite moyenne pour 1886,0.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne pour 1886,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1.......	7	17. 9.12,84	+1,75	—26.22.53,1	+3,6	Newcomb, 760
2.......	9,5	17.11.15,72	+1,77	—26.11.23,8	+4,7	Cordoba, 17^h,728

» *29 et 30 septembre.* — La comète a l'aspect d'une nébulosité faible, de forme irrégulière, avec condensation centrale assez nette. Les observations, faites au voisinage de l'horizon, sont d'ailleurs difficiles.

» Dans les réductions relatives à l'étoile 1, il a été tenu compte du mouvement propre annuel : $-0^s,036$ et $+1'',15$. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Finley, faites à l'observatoire de Nice (équatorial Gautier)*. Note de M. PERROTIN, présentée par M. Faye.

Dates. 1886.	Étoiles.	Comète — Étoile. Δα.	Comète — Étoile. Δδ.
		s	′ ″
Septembre 29...	*a* 7147 Yarnall.	— 2,79	— 9.36,3
Octobre 1......	*b* Gould, 17^h, n° 927.	— 3,70	— 0.20,8

Positions moyennes des étoiles pour 1886,0.

Dates. 1886.	Étoiles.	Ascension droite.	Réduction au jour.	Distance polaire.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Sept. 29.....	*a*	17. 9.13,73	+1,79	116.22.21,3	−4,5	Yarnall.
Oct. 1.......	*b*	17.14.20,02	+1,77	116.19. 7,6	−4,8	Gould.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1886.	Temps moyen de Nice.	Ascension droite.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire.	Log. fact. parallaxe.	Nombre de compar.
	h m s	h m s		° ′ ″		
Sept. 29.....	7.20.28	17. 9.12,93	$\bar{1}$,502	116.12.40,5	$0,884_n$	6
Oct. 1.......	7.27.48	17.14.18,09	$\bar{1}$,523	116.18.42,0	$0,879_n$	6

» *Nota.* — La comète est ronde et a de 1′ à 1′,5 de diamètre. Elle présente au centre une condensation dont l'éclat est celui d'une étoile de 10e ou 11e grandeur. »

ASTRONOMIE. — *Sur les erreurs de division du cercle de Gambey.* Note de M. Périgaud, présentée par M. Mouchez.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les conclusions du travail entrepris pour l'étude des divisions du cercle mural de Gambey, conclusions qui semblent offrir un certain intérêt au double point de vue de la grandeur numérique et de la précision des résultats.

» On s'est servi de la méthode déjà employée précédemment pour les trois autres cercles de l'Observatoire.

» Les erreurs de 60° et 120° ont été calculées 200 fois, celles de 20° en 20°, 40 fois; celles de 5° en 5°, 20 fois; celles de degré en degré, 10 fois, et celles de 5′ en 5′, 4 fois. Dans les cas où les diverses valeurs obtenues ont présenté des écarts, on a répété un peu plus les déterminations.

» Les corrections des lectures du cercle à 2 microscopes sont sensibles et varient de −1″ à +1″; mais, circonstance remarquable, où se révèle l'extrême habileté de l'artiste, à 6 microscopes, ces corrections se compensent presque exactement ou se réduisent à des quantités très faibles.

» C'est ainsi que sur 720 corrections à 6 microscopes, il y en a seulement 8 comprises entre 0″,5 et 0″,6, 29 entre 0″,5 et 0″,4, 77 entre 0″,4 et 0″,3, et 606 au-dessous de 0″,2.

» En appliquant le calcul des probabilités aux diverses valeurs obte-

nues, on trouve, pour moyenne erreur des corrections de degré en degré, 0″,08, et, pour l'erreur des corrections des traits de 5′, 0″,14.

» Toutefois, comme il convient de n'accepter les déductions de ces calculs qu'avec une grande réserve, pour m'assurer que la précision indiquée n'avait rien d'illusoire, voici comment j'ai procédé :

» Soient C une correction de trait, et C′, C″ deux autres corrections de traits situés à 60° et à 120° du premier; on peut obtenir très exactement, par une observation directe, les différences C — C′ et C — C″, et les rapprocher des différences des corrections trouvées; appelons ces différences directement observées C — C′ ou C — C″, Δ, on calculera l'erreur de C — C′ — Δ d'abord par l'observation, et, d'un autre côté, en partant des moyennes erreurs trouvées, d'où résulte la comparaison suivante :

» 1° Corrections de degré en degré, erreur de C, C′ ou C″ = 0″,08; erreur de Δ = 0″,07.

» Erreur conclue de C — C′ — Δ = 0″,13.

» Or voici le résultat du calcul de 20 expressions de ce genre, l'unité étant le centième de seconde :

	C.	C — C′.	Δ.	C — C′ — Δ.
153°............	— 55	»	»	»
213............	+ 42	+ 97	+ 98	1
273............	+ 47	+102	+122	20
34............	+100	»	»	»
94............	+ 86	— 14	— 2	12
154............	— 5	—105	— 98	7
138............	— 72	»	»	»
198............	+ 47	+119	+123	4
258............	+ 35	+107	+102	5
142............	— 74	»	»	»
202............	+ 34	+108	+ 89	19
262............	+ 37	+111	+123	12
133............	— 50	»	»	»
193............	+ 3	+ 53	+ 68	15
253............	+ 17	+ 67	+ 98	31
48............	+ 43	»	»	»
108............	+ 7	— 36	+ 1	37
168............	— 5	— 48	— 65	17
126............	— 69	»	»	»
186............	+ 6	+ 75	+ 44	31
246............	— 1	+ 68	+ 53	15

°	C.	C — C′	Δ.	C — C′ — Δ.
99	+ 93	»	»	»
159	— 18	—111	—114	3
219	+ 51	— 42	— 29	13
146	— 55	»	»	»
206	+ 43	+ 98	+101	3
266	+ 71	+126	+113	13
70	+ 22	»	»	»
130	— 70	— 92	— 93	1
190	+ 21	— 1	— 19	18

Moyenne de C — C′— Δ = 0″,13.

» L'accord est inattendu.

» 2° Corrections de 5′ en 5′; erreurs de C, C′ ou C″= 0″,14; erreur de Δ= 0″,07; erreur conclue de C — C′ — Δ = 0″,21.

» Or voici le calcul de 20 expressions de ce genre :

° ′	C.	C — C′.	Δ.	C — C′ — Δ.
4.35	+ 41	»	»	
64.35	+ 30	— 11	+ 5	16
124.35	— 20	— 61	— 34	27
9.25	+ 31	»	»	»
69.25	+ 40	+ 9	+ 14	5
129.25	— 64	— 95	— 80	15
14.20	+ 59	»	»	»
74.20	+ 35	— 24	+ 20	44
134.20	— 54	—113	— 88	25
16.20	+ 33	»	»	»
76.20	+ 22	— 11	+ 32	43
136.20	— 46	— 79	— 87	8
17.40	+ 76	»	»	»
77.40	+ 45	— 31	— 7	24
137.40	— 83	—159	—147	12
18.15	+ 66	»	»	»
78.15	+ 48	— 18	— 5	13
138.15	— 60	—126	—113	13
19.25	— 4	»	»	»
79.25	+ 44	+ 48	+ 29	19
139.25	— 38	— 34	— 51	17

° ′	C.	C — C′.	Δ.	C — C′ — Δ.
21.25..........	+ 44	»	»	»
81.25..........	+ 33	— 11	+ 41	52
141.25..........	— 88	—132	—102	30
23.25..........	+ 63	»	»	»
83.25..........	+ 49	— 14	+ 40	54
143.25..........	— 63	—126	—100	26
26.30..........	+ 94	»	»	»
86.30..........	+ 79	— 15	+ 18	33
146.30..........	+ 1	— 93	—100	7

Moyenne des $C - C' - \Delta = 0'',24$.

» L'accord est très satisfaisant. Il est donc permis d'admettre en toute confiance que les erreurs probables des corrections ne dépasseront pas $0'',12$ à 2 microscopes et $0'',07$ à 6.

» En 1856, M. Villarceau avait effectué 25 déterminations $C - C'$, et il eût été très intéressant de comparer ses résultats avec les dernières déterminations. Malheureusement la lunette a été, depuis cette époque, déplacée sur le cercle et les erreurs de division ne sont plus comparables.

» Quoi qu'il en soit, actuellement, avec le nouveau bain de mercure permettant d'observer le nadir d'une façon continue, avec les erreurs de division bien connues, la fixité de ses microscopes, dont les déplacements pour des variations de température de 3° à 4° sont insensibles, sa flexion certainement très faible, le cercle de Gambey semble devoir être très avantageusement employé pour des recherches de haute précision. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une question concernant les points singuliers des courbes algébriques planes.* Note de M. **G.-B. Guccia**, présentée par M. Halphen.

« Si un point déterminé P doit être, pour une courbe algébrique, un point multiple ordinaire (à tangentes séparées) d'ordre r, cette condition complexe équivaut, comme on sait, à $\frac{1}{2}r(r+1)$ conditions linéaires. Mais, dès qu'il s'agit de singularités élevées (lorsque, par exemple, deux ou plusieurs des r branches se touchent en P suivant des contacts donnés), il est évident que ce nombre doit être augmenté. Aussi, si l'on veut calculer cette augmentation pour des cas particuliers, on se heurte souvent à des obstacles qui relèvent de la singularité qu'on envisage.

» L'objet de la présente Note est de faire connaître une solution générale du problème suivant :

» *Quel est le nombre des conditions simples auxquelles équivaut, pour une courbe algébrique, la condition de posséder, en un point donné, une singularité donnée ?*

» La solution de ce problème se présente comme une conséquence immédiate d'une propriété générale des courbes algébriques, qui donne lieu à d'intéressantes applications et dont voici l'énoncé :

» Lemme. — *Soit une courbe algébrique* F *du genre* p, *telle que par ses points singuliers on puisse mener une courbe auxiliaire* Φ *du même ordre, ayant en ces points les mêmes singularités et qui rencontre ultérieurement en* D *points la courbe* F. *Si l'on peut assujettir la courbe* Φ *à posséder en outre, en des points arbitrairement choisis, des singularités ordinaires dont les ordres de multiplicité* $r_1, r_2, \ldots$ *satisfassent aux conditions*

$$\Sigma r(r-1) = 2p, \qquad \Sigma r \overline{\gtrless} D - 2p,$$

alors la courbe F *admet* $D - p + 1$ *arbitraires* (1).

» En particulier, pour les courbes de genre $p = 0$, on a la proposition suivante :

» *Étant donnée une courbe unicursale telle que par ses points singuliers on puisse mener une autre courbe du même ordre ayant en ces points les mêmes singularités, si les deux courbes se coupent ultérieurement en* D *points* ($D \overline{\gtrless} 0$), *la courbe donnée admet* $D + 1$ *arbitraires.*

» Désignons maintenant par $[\sigma]$ une singularité algébrique quelconque, bien définie, donnée en un point P du plan. Soient

E l'abaissement du genre produit dans toute courbe algébrique par la singularité $[\sigma]$;

I le nombre des intersections, confondues en P, de deux courbes quelconques douées en P de la même singularité $[\sigma]$;

C le nombre cherché des conditions simples auxquelles équivaut, pour une courbe algébrique, la condition de posséder en P la singularité $[\sigma]$.

» Il est évident que les nombres E, I, C ne dépendent que de la singu-

(1) Le point singulier étant défini comme l'origine de plusieurs cycles, ou bien d'un seul cycle d'ordre supérieur à l'unité, je dirai que deux courbes ont en un point P *la même singularité* lorsque, aux environs du point P, l'une et l'autre courbe donnent lieu aux mêmes cycles. (*Voir*, pour la théorie générale : Halphen, *Étude sur les points singuliers des courbes algébriques planes.* Paris, Gauthier-Villars; 1883.)

larité [σ]. Les nombres E et I étant bien définis d'après la théorie générale, il s'agit maintenant de déterminer le nombre C ([1]).

» Parmi les courbes douées en P de la singularité [σ], considérons toutes celles F, d'ordre n et de genre p (ne possédant aucun autre point singulier), qui jouissent de la propriété définie dans le lemme précédent. On aura immédiatement

$$p = \frac{(n-1)(n-2)}{2} - \mathrm{E},$$

$$n = \mathrm{I} + \mathrm{D},$$

$$\frac{n(n+3)}{2} = \mathrm{C} + \mathrm{D} - p + 1,$$

d'où

$$\mathrm{C} = \mathrm{I} - \mathrm{E}.$$

» On peut donc énoncer le théorème suivant :

» Théorème. — *Le nombre des conditions simples auxquelles équivaut, pour une courbe algébrique, la condition de posséder en un point donné une singularité donnée, est égal au nombre des intersections, réunies en ce point, de deux courbes quelconques douées de la singularité donnée, diminué du nombre exprimant l'abaissement du genre produit par la singularité dans toute courbe algébrique.* »

CHIMIE. — *Sur le glycérinate de soude.* Note de M. de Forcrand, présentée par M. Berthelot.

« I. La glycérine est attaquée à froid par les métaux alcalins; il se forme un glycérinate et il se dégage de l'hydrogène. Cependant la réaction

---

([1]) En chaque cas particulier on peut facilement calculer les nombres E et I en appliquant à la singularité la méthode de *résolution* de M. Noether. En effet, si l'on considère des courbes d'un ordre μ, douées (exclusivement) de la singularité donnée, après un nombre fini de transformations quadratiques du plan (un point fondamental coïncidant, chaque fois, avec un point singulier), on parviendra à des courbes d'un ordre ν, ayant en commun α_i points multiples ordinaires d'ordre i et β_k systèmes de k points simples consécutifs. On aura alors immédiatement

$$\mathrm{E} = \tfrac{1}{2}(\mu-1)(\mu-2) + \left[\tfrac{1}{2}(\nu-1)(\nu-2) - \tfrac{1}{2}\sum_i i(i-1)\alpha_i\right],$$

$$\mathrm{I} = \mu^2 - \left(\nu^2 - \sum_i i^2\alpha_i - \sum_k k\beta_k\right).$$

s'arrête bientôt à cause de la viscosité du liquide, les fragments du métal se recouvrant d'une couche de glycérinate solide. Si l'on chauffe, la matière noircit et une explosion se produit.

» En 1872, E. Letts (¹) a fait connaître un procédé de préparation du glycérinate de soude, en précipitant de l'éthylate de soude dissous dans un excès d'alcool absolu par une quantité équivalente de glycérine. Le précipité a pour formule $C^6H^7NaO^6, C^4H^6O^2$ et se transforme en glycérinate $C^6H^7NaO^6$ si on le chauffe à 100°. S. Puls (²) a indiqué plus tard une autre méthode moins commode pour obtenir le même composé $C^6H^7NaO^6$.

» Enfin on doit à M. Berthelot (³) quelques données thermiques sur la chaleur de formation du glycérinate de soude dissous, en présence de proportions variables d'eau, de glycérine et de soude.

» La suite de mes recherches sur les alcoolates m'ayant conduit à m'occuper des combinaisons formées par les alcools polyatomiques, j'ai dû commencer par compléter l'étude du glycérinate de soude.

» II. Le procédé de E. Letts fournit très rapidement une quantité quelconque du composé $C^6H^7NaO^6, C^4H^6O^2$. Ce corps se précipite presque totalement, sa solubilité dans l'alcool éthylique étant très faible, et le rendement est presque théorique. Son analyse a donné :

	Trouvé.	Calculé pour $C^6H^7NaO^6, C^4H^6O^2$.
Na	14,13	14,37
C	37,49	37,50
H	8,44	8,12

» On peut le considérer soit comme un glycérinate de soude éthylique ($C^6H^7NaO^6, C^4H^6O^2$), soit comme un éthylate de soude glycérique ($C^4H^5NaO^2, C^6H^8O^6$). Quoi qu'il en soit, il perd $1^{éq}$ d'alcool éthylique lorsqu'on le chauffe à 120° dans un courant d'hydrogène. Le résidu est le glycérinate de soude $C^6H^7NaO^6$, dont l'analyse a été publiée par Letts.

» J'ai trouvé pour la chaleur de dissolution de ces deux combinaisons, dans l'eau, à + 16° :

Pour $C^6H^7NaO^6, C^4H^6O^2$....	$-1^{Cal},08$	($1^{éq}$ dans 6^{lit})
Pour $C^6H^7NaO^6$...........	$+1^{Cal},07$	($1^{éq}$ dans 4^{lit})

(¹) *Berichte* (1872), t. V, p. 159.
(²) *J. f. prakt. Chem.*, t. CXXIII, p. 83 (1877).
(³) *Mécan. chim.*, t. II, p. 256 et suiv.

» On connaît, d'après les recherches de M. Berthelot :

» 1° La chaleur de neutralisation de la glycérine ($1^{éq} = 2^{lit}$) par la soude ($1^{éq} = 2^{lit}$), soit $+ 0^{Cal},37$;

» 2° La chaleur de dissolution de la glycérine, soit $+ 1^{Cal},51$;

» 3° La chaleur de dissolution de l'alcool éthylique, soit $+ 2^{Cal},54$; enfin, j'ai trouvé que le mélange des trois dissolutions d'alcool éthylique, de glycérine et de soude (chacune à $1^{éq}$ dans 2^{lit}) ne dégage que $+ 0^{Cal},26$.

» III. On peut conclure de ces données les résultats suivants :

$$C^6H^8O^6 \text{ liq.} + NaHO^2 \text{ sol.} + C^4H^6O^2 \text{ liq.} = H^2O^2 \text{ sol.} + C^6H^7NaO^6, C^4H^6O^2 \text{ sol.} \ldots \quad + 16^{Cal},60$$

$$C^6H^8O^6 \text{ liq.} + NaHO^2 \text{ sol.} = C^6H^7NaO^6 \text{ sol.} + H^2O^2 \text{ sol} \ldots \quad + 12^{Cal},02$$

et par différence :

$$C^6H^7NaO^6 \text{ sol.} + C^4H^6O^2 \text{ liq.} = C^6H^7NaO^6, C^4H^6O^2 \text{ sol.} \ldots \quad + 4^{Cal},58$$

Telles sont les chaleurs de formation des deux composés. Ces nombres nous montrent que la formule du premier doit bien être $C^6H^7NaO^6, C^4H^6O^2$ et non pas $C^4H^5NaO^2, C^6H^8O^6$; en effet, on sait que la réaction

$$NaHO^2 \text{ sol.} + C^4H^6O^2 \text{ liq.} = H^2O^2 \text{ sol.} + C^4H^5NaO^2 \text{ sol.}$$

dégage seulement $+ 0^{Cal},25$; la différence avec $+ 16,60$, soit $+ 16^{Cal},35$, représenterait donc la fixation d'une molécule de glycérine sur $C^4H^5NaO^2$, nombre trop élevé, d'après les analogies. Au contraire, en admettant la formule $C^6H^7NaO^6, C^4H^6O^2$, on a $+ 4^{Cal},58$ pour la fixation de $C^4H^6O^2$ sur $C^6H^7NaO^6$; on connaît déjà des réactions analogues, par exemple

$$C^4H^5NaO^2 \text{ sol.} + 2C^4H^6O^2 \text{ liq.} = (C^4H^5NaO^2, 2C^4H^6O^2) \text{ sol.} \ldots \quad + 8^{Cal},06$$

soit $+ 4^{Cal},03$ pour $C^4H^6O^2$, c'est-à-dire un nombre très voisin de $+ 4,58$.

» IV. On peut encore déduire des données qui précèdent :

$$C^6H^8O^6 \text{ liq.} + Na \text{ sol.} = H \text{ gaz.} + C^6H^7NaO^6 \text{ sol.} \ldots \quad + 43^{Cal},89$$

$$C^6H^8O^5 \text{ liq. (}^1\text{)} + NaO \text{ sol.} = HO \text{ sol.} + C^6H^7NaO^6 \text{ sol.} \ldots \quad + 29^{Cal},02$$

» Enfin on trouve encore

$$C^6H^8O^6 \text{ liq.} + C^4H^5NaO^2 \text{ dissous dans } n\,(^2)\ C^4H^6O^2 \text{ liq.} = C^6H^7NaO^6, C^4H^6O^2 \text{ sol. précipité dans } n\ C^4H^6O^2 \text{ liq.} \ldots \quad + 3^{Cal},92$$

---

(1) La chaleur de fusion de la glycérine étant connue ($- 3^{Cal},9$), il serait facile de rapporter ces résultats à l'état solide.

(2) *n* étant très grand.

nombre positif qui représente la chaleur dégagée dans la formation du composé $C^6H^7NaO^6$, $C^4H^6O^2$ par le procédé de E. Letts. La production d'un glycérinate dans cette réaction n'est possible à froid que grâce à la propriété qu'il possède de s'unir ainsi à $C^4H^6O^2$. En effet, la formation de $C^6H^7NaO^6$ serait endothermique :

$C^6H^8O^6$ liq. + $C^4H^5NaO^2$ dissous dans n (¹) $C^4H^6O^2$ liq.
= $C^6H^7O^6$ sol. précipité dans ($n+1$) $C^4H^6O^2$ liq..... $-0^{Cal},63$

elle serait par suite impossible à froid, sans le concours d'une énergie étrangère ou d'une réaction accessoire exothermique.

» C'est d'ailleurs une propriété assez générale des glycérinates alcalins de s'unir ainsi à une molécule d'alcool monoatomique pour former des combinaisons cristallisées ; j'ai obtenu plusieurs de ces composés analogues aux éthylates et méthylates polyalcooliques.

» V. On peut encore rapprocher ces résultats de ceux que l'on connaît pour d'autres alcoolates et pour les sels :

		Cal
1re série de réactions.	H^2O^2 liq. + Na sol. = H gaz + $NaHO^2$ sol................	+ 33,3
	$C^2H^4O^2$ liq. + Na sol. = H gaz + $C^2H^3NaO^2$ sol.............	+ 33,2
	$C^6H^8O^6$ liq. + Na sol. = H gaz + $C^6H^7NaO^6$ sol.............	+ 43,9
	$C^{12}H^6O^2$ sol. + K sol. = H gaz + $C^{12}H^5KO^2$ sol.............	+ 51,6
	SO^4H liq. + Na sol. = H gaz + SO^4Na sol.................	+ 66,7
2e série de réactions.	H^2O^2 liq. + NaO sol. = HO sol. + $NaHO^2$ sol............	+ 18,43
	$C^2H^4O^2$ liq. + NaO sol. = HO sol. + $C^2H^3NaO^2$ sol.........	+ 18,32
	$C^6H^8O^6$ liq. + NaO sol. = HO sol. + $C^6H^7NaO^6$ sol.........	+ 29,02
	$C^{12}H^6O^2$ sol. + KO sol. = HO sol. + $C^{12}H^5KO^2$ sol.........	+ 38,20
	SO^4H sol. + NaO sol. = HO sol. + SO^4Na sol..............	+ 51,80
3e série de réactions.	Aq. (2^{lit}) + NaO ($1^{éq} = 2^{lit}$)....................	− 0,06
	$C^2H^4O^2$ ($1^{éq} = 2^{lit}$) + NaO »	− 0,05
	$C^6H^8O^6$ » + NaO »	+ 0,37
	$C^4H^4O^2$ » + NaO »	+ 4,33
	$C^{12}H^6O^2$ ($1^{éq} = 10^{lit}$) + NaO »	+ 7,34
	SO^4H ($1^{éq} = 2^{lit}$) + NaO »	+ 15,85

» On voit que les quantités de chaleur dégagées augmentent progressivement; les alcools polyatomiques donnent des combinaisons plus stables que les alcools monoatomiques, et à ce point de vue sont intermédiaires entre ces derniers et les aldéhydes ou les phénols. »

(¹) n étant très grand.

CHIMIE. — *Sur la préparation du sulfure de calcium à phosphorescence violette*. Note de M. A. VERNEUIL, présentée par M. Friedel.

« Il existe depuis longtemps dans le commerce un sulfure de calcium, remarquable par l'éclat et la durée de sa phosphorescence violette, dont le mode de préparation est demeuré secret jusqu'ici.

» L'analyse de ce produit montre immédiatement qu'il est formé de monosulfure de calcium (37 pour 100 environ), de chaux (50 pour 100), de sulfate de chaux (7 pour 100), de carbonate de chaux (5 pour 100), avec des traces de silice, de magnésie, de phosphates et d'alcalis ; d'autre part, la présence de tests de foraminifères siliceux, qu'on observe quelquefois dans le résidu insoluble dans les acides, indique que c'est une coquille qui fournit la chaux employée.

» Le produit de la calcination de la chaux de coquille avec du soufre dans les conditions les plus diverses ne différant pas notablement du phosphore de Canton, je pensai qu'une matière ayant échappé à l'analyse était la cause de cette phosphorescence remarquable.

» En effet, j'observai que, lorsqu'on dissout ce corps dans l'acide chlorhydrique très étendu, il laisse, mélangé à un léger résidu de sulfate de chaux, une très petite quantité (quelques dix-millièmes) d'un précipité brun foncé formé de sulfure de bismuth. L'expérience démontre que c'est à une trace d'un composé de ce métal que ce phosphore doit ses propriétés.

» 1. Dans l'exposé de ses belles recherches sur la phosphorescence, M. E. Becquerel a donné les procédés qui permettent d'obtenir les sulfures alcalino-terreux présentant des couleurs et un éclat variables; M. Becquerel a montré, dans quelques cas, le rôle que peuvent jouer certaines matières étrangères dans les résultats obtenus, et c'est en prenant pour guide ses Mémoires que je suis parvenu à préparer, à coup sûr, le sulfure de calcium à phosphorescence violette qui est certainement, après la blende de M. Sidot, la plus belle matière phosphorescente connue.

» Voici le procédé qui m'a donné le meilleur résultat :

» 20^{gr} de chaux, provenant de la calcination d'un calcaire dense comme celle que fournit au rouge vif la coquille très dure de l'*Hypopus vulgaris*, communément appelée *bénitier*, sont finement pulvérisés, puis mélangés intimement avec 6^{gr} de soufre en canon et 2^{gr} d'amidon [1]; ce mélange est

---

[1] Cette matière organique a pour but d'empêcher la formation d'une trop grande quantité de sulfate de chaux.

ensuite additionné de 8^{cc}, ajoutés goutte à goutte, d'une dissolution contenant $0^{gr},50$ de sous-nitrate de bismuth, 100^{cc} d'alcool absolu et quelques gouttes d'acide chlorhydrique. On obtient ainsi une répartition convenable du sel de bismuth dans la matière primitive.

» Lorsque la majeure partie de l'alcool est évaporée, ce qui a lieu après une demi-heure d'exposition du mélange à l'air, on le chauffe dans un creuset couvert, pendant vingt minutes, au rouge cerise clair. Cette température est obtenue facilement à l'aide du charbon de bois ou, mieux, dans un fourneau à gaz Perrot.

» Après le refroidissement complet du creuset, on doit enlever la mince couche de plâtre qui recouvre le culot obtenu; finalement, après pulvérisation, on calcine une seconde fois, à la même température, pendant un quart d'heure. Si l'on n'a pas trop chauffé, le produit obtenu est formé de petits grains à peine agglomérés, se séparant facilement sous une légère pression; on doit éviter une nouvelle pulvérisation, qui diminuerait notablement la phosphorescence.

» 2. J'ai recherché l'action que quelques autres sels métalliques exercent dans les mêmes conditions sur la teinte verte de phosphorescence qui est celle qu'on obtient avec la chaux de coquille employée seule. J'ai trouvé qu'elle n'était pas beaucoup modifiée par l'adjonction d'un millième des sulfures d'antimoine, de cadmium, de mercure, d'étain, de cuivre, de platine, d'uranium, de zinc et de molybdène, lesquels communiquent au produit une couleur de phosphorescence qui varie du vert jaune au vert bleuâtre, mais ne semblent pas, à cette dose, augmenter sensiblement l'éclat de la lumière émise après l'insolation.

» L'addition des sulfures de cobalt, de nickel, de fer et d'argent diminue très sensiblement la phosphorescence; enfin le manganèse produit la nuance orangée déjà signalée par M. Becquerel.

» 3. La quantité de sel métallique ajouté exerce sur le phénomène de la phosphorescence une influence considérable; pour le montrer, je rapporterai les faits observés avec l'acétate de plomb employé en solution alcoolique légèrement acétique :

Chaux d'*Hypopus*	100
Soufre	30
Amidon	10
Acétate de plomb	0,035

» Très belle phosphorescence vert jaunâtre.

» Avec 0,400 d'acétate pour les quantités précédentes, la couleur verte disparaît; la phosphorescence devient blanc jaunâtre et diminue beaucoup.

» Avec 1,60, la teinte jaune s'accentue. Avec 3,50, la lumière émise est d'une couleur orangée rappelant celle qu'on obtient avec le manganèse.

» A partir de cette quantité d'acétate de plomb, le produit prend une teinte grise et sa phosphorescence disparaît.

» 4. Le sulfure de calcium obtenu par la réduction au rouge vif du sulfate de chaux par l'hydrogène ou l'oxyde de carbone ne possède pas de phosphorescence d'une durée notable; mais, une température trop élevée ou trop longtemps soutenue pouvant faire disparaître toute trace de phosphorescence dans ces produits, j'ai préparé par la calcination du plâtre pur, avec la quantité nécessaire d'amidon, sans dépasser le cerise clair pendant vingt minutes, un sulfure de calcium dont la phosphorescence, à peine sensible, était probablement due aux traces de sulfate de chaux qu'il contenait.

» Ces faits indiquent que le sulfure de calcium pur est dépourvu de phosphorescence de notable durée; ils expliquent la faible phosphorescence des produits obtenus avec la chaux pure et permettent d'attribuer aux petites quantités de silice, de magnésie, de phosphates et d'alcalis contenus dans les coquilles un rôle très important dans le développement du phénomène de la phosphorescence.

» L'influence de très petites quantités de corps agissant comme tels est mise en évidence par les expériences suivantes :

» La matière obtenue par la calcination du mélange de carbonate de strontiane (100 parties), de soufre (30 parties), d'acide arsénieux (5 parties), possède une vive phosphorescence bleu verdâtre lorsque le carbonate a été préparé avec le chlorure de strontium et le carbonate d'ammoniaque à l'ébullition; mais cette phosphorescence est jaune vert très vif si le carbonate de strontiane a été produit à l'aide du chlorure de strontiane et du bicarbonate de soude.

» Cette différence est due à la trace de sel alcalin retenu, malgré un lavage soigné, par le carbonate alcalino-terreux; car, si l'on incorpore (par dissolution et dessiccation) $\frac{2}{1000}$ de carbonate de soude au carbonate préparé à l'aide du sel ammoniacal, il donne après traitement par le soufre et l'acide arsénieux un sulfure semblable à celui qu'on obtient à l'aide du carbonate de strontiane préparé par le sel de soude.

» J'ai remarqué que les substances qui communiquent au produit complexe qu'on appelle le *sulfure de calcium phosphorescent* la propriété de se fritter légèrement sous l'action du feu augmentent en général la phosphorescence.

» En résumé, ce travail montre l'influence que les corps étrangers,

même à des doses très minimes, peuvent exercer dans le développement de la phosphorescence des sulfures alcalino-terreux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la volatilité comparée des composés méthyliques, dans les diverses familles des éléments négatifs*. Note de M. **Louis Henry**, présentée par M. Ch. Friedel.

« Il m'a paru intéressant de rechercher quelles relations de volatilité existent entre les dérivés analogues d'un même hydrocarbure, correspondant aux divers termes des familles naturelles des éléments négatifs.

» Je restreindrai ici cet examen aux dérivés monocarbonés, et dans ceux-ci aux dérivés méthyliques $(CH^3)^n X^n$, pour plusieurs raisons :

» 1° Parce que seule la série des dérivés méthyliques est complète ou presque complète ;

» 2° Parce que, le point d'ébullition du méthane CH^4 ayant été déterminé expérimentalement, les comparaisons entre cet hydrocarbure et ses dérivés peuvent être établies et précisées ;

» 3° Parce qu'enfin les dérivés méthyliques sont, parmi tous les composés carbonés, les plus simples, ceux par conséquent où la question qui m'occupe est le plus abordable.

» Le Tableau suivant indique, avec leurs points d'ébullition, les composés méthyliques utiles à considérer :

	T° point d'ébullition.	Point d'ébullition absolu T° + 273°.
	°	°
CH^4 gaz........	− 164	109
H^3CCl gaz......	− 23	250
H^3CBr gaz......	+ 4,5	277,5
H^3CI liquide.....	+ 44	317
$(H^3C)^3Az$ gaz liq.	+ 9	282
$(H^3C)^3P$ liq.....	+ 41	314
$(H^3C)^3As$. liq...	70	343
$(H^3C)^3Sb$. liq...	80	353

	T°, point d'ébullition.	Point d'ébullition absolu T° + 273°.
	°	°
$(H^3C)^2O$ gaz...	− 23	250
$(H^3C)^2S$ liq....	+ 37	310
$(H^3C)^2Se$ liq...	58	331
$(H^3C)^2Te$ liq..	82	355
$(H^3C)^4C$ gaz liq.	9,5	282,5
$(H^3C)^4Si$ liq...	30-31°	303
$(H^3C)^4Sn$ liq...	78	351

» On voit par là que, dans ces diverses séries de dérivés méthyliques, la volatilité suit, d'une manière générale, la même marche décroissante que dans les éléments eux-mêmes, alors que dans leurs familles respectives ceux-ci sont rangés suivant l'ordre d'élévation de leurs poids atomiques ; les points d'ébullition s'élèvent à mesure que s'élèvent les poids moléculaires. Il est cependant à remarquer que les différences de volatilité entre

les composés méthyliques sont beaucoup moindres que celles qui existent entre les éléments négatifs qu'ils renferment.

	Ébullition.	Différences.		Ébullition.	Différences.
Cl gaz	$-33°$	96°	CH^3Cl gaz	$-23°$	27°,5
Br liquide	$+63$		CH^3Br gaz	$+4,5$	
I solide	$+250$	187	CH^3I liquide	44	39,5
O gaz	-181	629	$(CH^3)^2O$ gaz	-23	60
S solide	$+448$		$(CH^3)^3S$ liquide	$+37$	
Az gaz	-193	480	$(CH^3)^3Az$ gaz	$+9$	50
Ph solide	$+287$		$(CH^3)^3Ph$ liquide	$+41$	

» L'inégalité de ces différences montre à l'évidence combien peu sont comparables, au point de vue physique, certains éléments négatifs d'une même famille naturelle, alors qu'on les envisage à l'état de liberté; car il est légitime d'admettre que, dans leurs dérivés méthyliques, ces mêmes éléments sont en tous points physiquement analogues.

» Ces relations de volatilité prennent une autre signification et se précisent lorsque l'on compare, dans chacune de ces séries méthyliques, l'élévation déterminée dans le point d'ébullition du méthane à l'augmentation dans le poids moléculaire, résultant de la substitution à l'hydrogène des divers éléments négatifs.

» Le Tableau suivant résume ces rapprochements :

	Augmentation pour 100			
		dans le point d'ébullition absolu		
Transformation de CH^4 en	dans le poids moléculaire.	considéré en lui-même.	selon la proportion	
H^3C-Cl	215,62	129,35		
H^3C-Br	493,75	154,58	de Cl	296,19
H^3C-I	787,50	190,82	de Cl	472,41
			de Br	246,54
$H^3C-O^{\frac{1}{2}}$	43,75	129,35		
$H^3C-S^{\frac{1}{2}}$	93,75	184,40	de O	277,18
$H^3C-Se^{\frac{1}{2}}$	241,87	203,66	de O	715,10
			de S	475,74
$H^3C-Te^{\frac{1}{2}}$	384,37	225,68	de O	1136,41
			de S	775,98
			de Se	323,52
$H^3C-Az^{\frac{1}{3}}$	22,50	158,71		
$H^3C-P^{\frac{1}{3}}$	58,12	188,07	de Az	409,96
$H^3C-As^{\frac{1}{3}}$	150, 0	241,67	de Az	1058,06
			de Ph	485,37

Transformation de CH^4 en	Augmentation pour 100 dans le poids moléculaire.	Augmentation pour 100 dans le point d'ébullition absolu considéré en lui-même.	Augmentation pour 100 dans le point d'ébullition absolu selon la proportion	
$H^3C - Sb^{\frac{1}{3}}$	243,75	238,85	de Az......	1719,35
			de Ph......	788,74
			de As......	392,71
$H^3C - C^{\frac{1}{4}}$	12,50	159,17		
$H^3C - Si^{\frac{1}{4}}$	37,50	177,98	de C.......	477,51
$H^3C - Sn^{\frac{1}{4}}$........	178,12	222,01	de C.......	2268,10
			de Sn......	845,11

» Il résulte de là que, dans chacun de ces groupes de composés méthyliques, l'élévation dans le point d'ébullition n'est nullement proportionnelle à l'élévation dans le poids moléculaire; au contraire, à mesure que les poids moléculaires s'élèvent davantage par la substitution à l'hydrogène dans le méthane d'éléments d'un poids atomique plus considérable, les points d'ébullition se relèvent proportionnellement de moins en moins. Le même poids d'iode substitué à H diminue moins la volatilité du méthane que le même poids de brome, le même poids de celui-ci moins encore que le même poids de chlore. Il en est de même du soufre par rapport à l'oxygène, du phosphore par rapport à l'azote; le fait paraît dans ces deux derniers cas d'autant plus étrange que le soufre et le phosphore sont des corps solides, tandis que l'oxygène et l'azote sont des gaz parfaits.

» Dans la diminution de volatilité que détermine l'introduction d'un élément X à la place de H dans le méthane, il y a donc à faire la part de deux circonstances.

» *a*. Le poids atomique de l'élément;

» *b*. La nature même de celui-ci.

» On peut ajouter que c'est à cette seconde circonstance que revient la plus grande part d'influence.

» Dans les diverses familles des éléments négatifs, à mesure que s'élève le poids atomique, l'énergie du caractère négatif va en s'affaiblissant. Cela étant, on peut formuler cette règle :

» *A poids atomique égal, la diminution de volatilité déterminée dans le méthane par la substitution à l'hydrogène d'un élément négatif* X *est d'autant plus grande que cet élément est plus négatif et, par conséquent, plus éloigné de l'hydrogène.*

» Cette proposition trouve une confirmation remarquable dans les rap-

ports de volatilité que l'on constate entre les dérivés méthyliques $(CH^3)^3X$ de deux éléments trivalents, à peu près de même poids atomique, mais très différents quant à leur énergie négative : l'azote, 14, et le bore, 11.

» $(H^3C)^3Az$ liquide : éb., 9°,3 ; poids moléculaire, 59;

» $(H^3C)^3Bo$ gaz., condensable à — 10° par une pression de 3^{atm}; poids moléculaire, 56.

» Il est bon de remarquer que l'azote est un gaz parfait, tandis que le bore est un solide, infusible et fixe.

» On sait que les chaleurs de combinaison du carbone avec les éléments négatifs vont dans chaque famille naturelle en diminuant à mesure que s'élèvent les poids atomiques; l'expérience l'a prouvé en ce qui concerne le chlore, le brome et l'iode, l'oxygène et le soufre. Là est évidemment la raison du fait général que je viens de signaler, fait qui, au premier abord, pourrait être regardé comme anormal. »

EMBRYOLOGIE. — *Loi de l'orientation de l'embryon chez les Insectes.* Note de M. **Paul Hallez**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Depuis ma précédente Communication sur l'orientation de l'embryon chez la *Periplaneta orientalis* (¹), j'ai terminé un certain nombre d'observations entreprises dans le but d'arriver à indiquer exactement les relations qui existent, d'une part, entre l'axe principal de la mère et l'axe organique de l'œuf, et, d'autre part, entre l'axe organique de l'œuf et l'axe principal de l'embryon.

» Les Insectes qui se prêtent le mieux à ce genre de recherches sont : 1° ceux qui abritent leurs œufs dans des cocons; 2° ceux qui possèdent un oviscapte; 3° ceux dont les œufs possèdent quelques particularités, telles que appendices micropylaires, etc., permettant de les orienter toujours facilement. J'ai fait des observations sur des Insectes appartenant à ces diverses catégories. Je me contenterai, dans cette Note préliminaire, de citer deux cas comme exemples.

» I. *Locusta viridissima.* — J'ai fait pondre des sauterelles dans des vases remplis de sable humide et uniformément tassé. La longue tarière, comme on le sait, s'enfonce presque verticalement, avec une légère inclinaison en avant, dans le sol, au moment de la ponte. Dans les conditions de l'expérience, les œufs restent plantés verticalement dans le sable, à une

(¹) *Comptes rendus*, 10 août 1885.

profondeur d'environ $2^{cm},5$. Ils mesurent 5^{mm} à 6^{mm} en longueur, présentent deux faces aplaties, une ligne convexe et une autre concave. J'ai pu observer un individu qui avait un œuf engagé dans la tarière; les deux faces aplaties de l'œuf étaient en contact avec les deux lames latérales de la tarière; la ligne convexe correspondait à la face dorsale de la sauterelle et la ligne concave, à la face ventrale. La dissection m'a montré un tube ovarien pourvu d'un œuf mûr, et qui, les organes étant dans leur position normale, présentait la même orientation, par rapport à la mère, que celui que j'avais vu dans l'oviscapte.

» Les œufs pondus cette année, dans le courant de septembre, ne sont pas encore suffisamment avancés dans leur développement pour qu'on puisse déterminer leurs extrémités céphalique et caudale, mais il résulte d'une observation faite l'an dernier, dans des conditions identiques à celles de cette année, que la tête des embryons se trouve toujours à la partie supérieure des œufs fichés dans le sable, et que la ligne convexe de l'œuf correspond à la face dorsale de l'embryon.

» Dans cette observation, j'ai donc pu aller plus loin que dans le cas de la *Periplaneta*, car j'ai déterminé non seulement la relation qui existe entre l'axe principal de l'embryon et celui de la mère, mais encore les relations existantes entre les faces droite, gauche, dorsale et ventrale des deux organismes.

» II. *Hydrophilus piceus*. — C'est au mois de mai dernier que j'ai pu résoudre la question de l'orientation de l'embryon dans cette espèce.

» La fabrication du cocon et la ponte ont été observées et décrites avec beaucoup de soin en 1809 par Miger, qui a de plus constaté que les têtes de toutes les larves sont dirigées vers la face inférieure du cocon, où il existe un espace vide, une sorte de chambre.

» Cette position des embryons, ayant la tête en bas, est inverse de celle qu'on observe dans la majorité des autres cas. Il était donc intéressant de rechercher s'il n'y avait pas là une exception à la loi que je crois être très générale.

» Quand l'Hydrophile commence à filer son cocon, il s'inquiète facilement et abandonne son travail pour peu qu'on le dérange; mais quand il a tissé la plus grande partie de son nid et qu'il a commencé à y déposer ses œufs, on peut alors le toucher impunément, le mettre dans une cuvette sur une table, enlever avec des ciseaux une calotte à la partie supérieure du cocon et observer ainsi à son aise le mécanisme de la ponte, sans qu'il interrompe son travail. On voit alors que l'Hydrophile, qui se tient la tête

en bas, dépose ses œufs en cercles concentriques à l'intérieur du cocon, et que l'extrémité de l'œuf qui sort la première, c'est-à-dire le pôle caudal, est fixée au plafond du cocon par les filières, lesquelles déposent des fils cotonneux autour de l'œuf à mesure que celui-ci sort de l'oviducte. On voit donc qu'ici encore l'axe principal de l'embryon a la même orientation que l'axe principal de la mère.

» On peut aller plus loin et se convaincre que, de même que chez les Sauterelles, les faces dorsale et ventrale, droite et gauche de l'embryon correspondent aux mêmes faces de l'organisme maternel.

» En effet, quand on ouvre un cocon, à partir du dixième jour après la ponte, non seulement la tête de l'embryon se reconnaît facilement au pigment rouge des yeux, mais on peut encore, avec la plus grande facilité, déterminer la position de la face dorsale qui présente deux bandes noires, tandis que la face ventrale est blanche et est en outre garnie de membres. On constate alors que les faces dorsales de tous les embryons, rangés en cercles concentriques, sont tournées vers la périphérie du cocon. Or, pendant le travail de la ponte, il est aisé de s'assurer que l'oviducte ne reste pas dans la même position, qu'il se déplace au contraire chaque fois qu'un nouvel œuf apparaît à son orifice, et que toujours, au moment où l'œuf est délicatement posé à la place qu'il doit occuper, la face dorsale de l'oviducte est tournée vers la périphérie du cocon.

» Dans son travail sur l'armure génitale femelle des Insectes, travail qui m'est très précieux pour ces recherches, M. de Lacaze-Duthiers constate que l'armure des Hydrophiles est formée de pièces multiples, très peu résistantes, et que les articulations n'existent pas entre le sternite et les épisternites, le tergite et les épimérites. C'est en partie à l'indépendance relative des pièces qui composent l'armure que l'oviducte doit sa mobilité.

» Avec toutes les espèces d'Insectes, appartenant à des ordres différents, que j'ai étudiées au point de vue de la détermination de l'orientation des embryons, je suis arrivé à des résultats concordants.

» Il paraît donc exister une loi, que je restreins pour le moment à la classe des Insectes, bien que j'aie la preuve aujourd'hui qu'elle peut se vérifier dans d'autres groupes, loi dont l'importance n'échappera à personne, et que je crois pouvoir formuler de la façon suivante :

» *La cellule-œuf possède la même orientation que l'organisme maternel qui l'a produite : elle a un pôle céphalique et un pôle caudal, un côté droit et un côté gauche, une face dorsale et une face ventrale; et ces différentes faces de la cellule-œuf coïncident aux faces correspondantes de l'embryon.* »

ZOOLOGIE. — *Contribution à l'histoire naturelle des Orthonectidés.* Note de M. R. Kœhler, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« En étudiant les *Amphiura squamata*, à Cette, au laboratoire de Zoologie, dirigé par M. le professeur Sabatier, j'ai eu l'occasion de rencontrer, chez ces animaux, les *Rhopalura* étudiés par Giard, Metschnikoff et Julin. On retrouvera sans aucun doute ces curieux Mézozoaires dans d'autres localités; mais, en attendant, il est intéressant de constater leur présence à Cette.

» Il m'a semblé que les parasites sont un peu plus fréquents chez les Ophiures qui vivent au milieu des tubes de *Serpula Philippii*, dans la vase, à l'entrée de l'étang de Thau, à une profondeur de 3^m ou 4^m, que chez celles qu'on trouve le long des quais. D'ailleurs la moyenne des Ophiures infestées est à peu près celle qu'indique Julin pour les individus de la Manche; mais, parmi les Ophiures qui m'étaient apportées tous les jours et qui provenaient toujours des mêmes localités, j'ai remarqué que certains lots renfermaient relativement beaucoup d'Ophiures infestées, tandis que d'autres, au contraire, ne présentaient qu'un nombre très restreint d'individus porteurs de parasites. J'ajouterai aussi qu'il est avantageux d'examiner des Ophiures récemment pêchées : j'ai rarement trouvé des parasites chez les Ophiures qui avaient séjourné quelques jours dans des cristallisoirs.

» Contrairement à ce qu'indique Julin, j'ai rencontré très fréquemment dans la même Ophiure des *Rhopalura* mâles et femelles; ces dernières sont toujours moins nombreuses que les mâles. Je dirai même qu'il m'est très rarement arrivé de rencontrer, dans une Ophiure infestée, un seul sexe à l'exclusion de l'autre; j'ai trouvé environ une cinquantaine d'*Amphiura* infestées, et sur ce nombre je n'ai relevé que deux cas où l'Ophiure ne renfermait que des mâles exclusivement. J'ai observé fréquemment des embryons mâles très avancés et pourvus de cils vibratils se trouvant avec des femelles et des embryons de femelles dans une même masse granuleuse (cylindre plasmodique de Metschnikoff). Les embryons mâles sont toujours plus nombreux que les embryons femelles, dont ils se distinguent facilement par leurs dimensions plus réduites.

» Cette association d'individus des deux sexes et d'embryons des deux sexes dans la même Ophiure n'infirme en rien les conclusions auxquelles

est arrivé Julin au sujet des destinées différentes qu'ont les œufs des femelles cylindriques et ceux des femelles aplaties. J'ai pu m'assurer moi-même que ces conclusions sont parfaitement exactes en ce qui concerne les œufs provenant de femelles cylindriques qui donnent, comme on sait, des mâles exclusivement, le développement de ces œufs étant beaucoup plus facile à suivre que celui des œufs qui produisent des femelles. Il n'est pas rare, en effet, de trouver, dans une Ophiure, des femelles cylindriques dont le corps s'est rompu de la manière décrite par Julin, et un grand nombre d'embryons mâles à différents états de développement, et il est facile, en suivant le développement, de constater que les œufs de femelles cylindriques donnent toujours naissance à des mâles.

» Julin déclare n'avoir jamais rencontré dans le même animal que des parasites du même sexe, soit des mâles, soit des femelles, pendant les mois d'août, septembre et octobre. Giard a trouvé deux fois, au mois de juin, les deux sexes réunis dans la même Ophiure. J'ai précisément observé les Orthonectidés à la même époque que Julin (fin août et septembre). Le mode de répartition des sexes ne paraît donc pas être modifié par les saisons, puisque, à la même époque, l'association de *Rhopalura* mâles et femelles dans la même Ophiure, qui est la règle très générale chez les individus de la Méditerranée, constitue, au contraire, la grande exception ou même n'a pas été rencontrée du tout chez les individus de la Manche. Le genre de vie de ces remarquables parasites n'est donc pas le même à Cette qu'à Vimereux. Le groupe des Mézozoaires ayant une importance considérable, on ne doit négliger aucun renseignement sur la présence dans certaines localités et sur la manière de vivre des *Rhopalura;* c'est pourquoi il m'a paru intéressant de signaler l'existence des Orthonectidés à Cette et d'indiquer cette association très régulière des mâles et des femelles dans le même hôte. »

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *De l'exhalation de l'acide carbonique dans les maladies infectieuses déterminées par des microbes aérobies et des microbes anaérobies*. Note de M. S. **Arloing**.

« Le rapprochement que l'on a établi fort justement entre les micro-organismes pathogènes et les ferments est devenu le point de départ de plusieurs hypothèses sur les causes intimes de la mort dans les affections virulentes à évolution rapide.

» Si le microbe est aérobie, M. Pasteur le représente entrant en lutte avec les globules sanguins, leur disputant l'oxygène dont ils sont chargés et frustrant ainsi les tissus du principe comburant qui leur est absolument nécessaire. Ce phénomène serait capital, par exemple, dans la lutte qui s'établit entre le *Bacillus anthracis*, le microbe du choléra des poules, et les animaux vivants.

» Si le microbe est anaérobie et agit comme tel dans l'organisme, c'est-à-dire produit des fermentations évidentes, la lutte revêt probablement un tout autre caractère; car, dans ce cas, l'agent pathogène serait troublé par l'oxygène dans la manifestation de ses propriétés.

» En admettant, pour un instant, que ces caractères constatés *in vitro* se poursuivent dans les milieux vivants, on doit rencontrer des différences importantes, au point de vue de l'intensité des combustions respiratoires, entre deux animaux qui succombent, l'un à l'inoculation d'un microbe aérobie, l'autre à l'introduction d'un microbe anaérobie. Si ces différences n'existent pas, l'influence qui dérive des affinités gazeuses des bacilles aérobies n'est pas primordiale dans la lutte dont il a été question. Dès lors, l'étude de la respiration, pendant *toute la durée* de certaines maladies virulentes dont les germes appartiennent aux deux types sus-indiqués, offre un intérêt assez considérable.

» Les maladies que nous avons choisies pour entreprendre cette étude sont des affections qui évoluent quelquefois sur l'espèce humaine : la pustule maligne et la septicémie gazeuse ou foudroyante.

» Le cobaye et le rat blanc sont les animaux sur lesquels nous les avons fait évoluer. La plus grande partie de l'oxygène consommé s'éliminant sous forme d'acide carbonique, nous avons dosé ce gaz dans l'air de la respiration avant l'inoculation des sujets d'expérience et pendant toute la durée de la maladie que nous leur communiquions artificiellement. Pour cela, les animaux étaient enfermés avant et après l'inoculation dans un appareil qui est une réduction et une simplification de la chambre de Pettenkofer (voir *Archives de Physiologie*, 1886).

» Nous nous proposions de suivre pas à pas les changements apportés dans l'exhalation totale de l'acide carbonique pendant la maladie jusqu'à la mort. Il fallait donc connaître préalablement, pour chaque sujet, la composition des gaz de la respiration à l'état de santé, pendant les périodes diurnes et nocturnes. Quant à la durée de la maladie, elle était divisée en périodes diurnes et nocturnes, excepté vers la fin, où on la fractionnait en périodes plus courtes, pour recueillir séparément les gaz des derniers

moments de la vie. Après chaque période, on dosait la quantité d'acide carbonique exhalé par le poumon ou par la peau, puis on la rapportait à 1^{kg} de poids vif et à l'heure prise pour unité de temps. Un grand nombre d'expériences furent nécessaires pour rassembler tous les éléments indispensables à la solution de la question posée.

» Or, voici, en peu de mots, le sens des résultats obtenus :

» 1° Dans le charbon et dans la septicémie gazeuse ou gangréneuse, la quantité d'acide carbonique exhalé diminue pendant le cours de la maladie et surtout pendant les dernières heures.

» 2° Cette modification nous a paru commencer avec les premiers effets de l'inoculation, dans le cas de charbon; tandis qu'après l'inoculation de la septicémie gangréneuse nous avons constaté pendant quelques heures une légère augmentation dans la quantité d'acide carbonique exhalé.

» Nous reproduisons, à titre d'exemples, les chiffres fournis par quelques-unes de nos expériences les plus complètes :

		CO^2 par kilog. et par heure.
	Cobaye (charbon).	
		cc
Avant l'inoculation	(périodes diurne et nocturne).......	1211
Après l'inoculation	»	1207
»	(période diurne, mort)............	866
	Rat (charbon).	
Avant l'inoculation	(périodes diurne et nocturne).......	2572
Après l'inoculation	(période diurne)..................	2561
»	(période nocturne)................	2236
»	(période diurne)..................	1682
»	(dernier quart d'heure de la vie)....	401
	Cobaye (septicémie).	
Avant l'inoculation	(période diurne)..................	1140
Après l'inoculation	(période nocturne)................	1186
»	(période diurne)..................	1077
»	(période nocturne, mort)...........	537
	Rat (septicémie).	
Avant l'inoculation	(période diurne)..................	2035
Après l'inoculation	(période nocturne)................	2118
»	(période diurne, mort).............	1752

» Les changements subis par l'exhalation d'acide carbonique dans le

cours du charbon et de la septicémie gazeuse sont donc sensiblement identiques. Ils dénotent, dans les deux cas, un amoindrissement des combustions respiratoires. Nous ferons connaître ultérieurement les modifications concomitantes apportées dans l'absorption de l'oxygène. »

GÉOLOGIE. — *Constitution géologique du sol de la Croix-Rousse (Lyon).* Note de M. FONTANNES, présentée par M. Hébert.

« On fait en ce moment, aux portes de Lyon, un travail intéressant que je suis assidûment depuis ses débuts. Il s'agit d'un tunnel que l'on perce à travers la terrasse qui sépare le Rhône et la Saône, et porte à son extrémité méridionale un faubourg de Lyon, la Croix-Rousse.

» Ce tunnel aboutit à l'ouest sur la rive gauche de la Saône, près du pont de Collonges; à l'est, près de la gare de Lyon-Saint-Clair, sur la rive droite du Rhône. Il aura environ 2400^m de longueur. A la tête (Saône), l'avancement est actuellement de 200^m.

» Or ces 200^m ont été percés dans les sables et graviers pliocènes dont l'existence, masquée par le lehm, les éboulis, la végétation ou les constructions, n'avait pas encore été observée sur ce promontoire de la Bresse, au sud de Sathonay.

» Cette formation présente, dans toute l'épaisseur traversée, les caractères distinctifs que je lui ai assignés : altération dans les graviers de certaines roches, tassement des matériaux, couleur jaune des sables, patine dorée ou vineuse de nombreux galets, cailloux impressionnés, abondance des sels de fer et de manganèse, absence de débris de fossiles miocènes remaniés; enfin on a trouvé, à une trentaine de mètres de l'entrée, une dent de *Mastodon Arvernensis*. J'ai moi-même recueilli en place un autre débris de cette même espèce.

» Le sommet du tunnel, du chapeau, selon l'expression technique, atteint presque la limite supérieure (sur ce point) de cet ensemble, qui descend jusqu'à l'étiage actuel et comprend sans doute à sa base les sables de Trévoux (horizon de Montpellier, pliocène moyen); au sommet, le conglomérat bressan (alluvions des plateaux, pliocène supérieur à *Elephas meridionalis*); en tout, 20^m à 25^m. Au-dessus, s'étendent les alluvions quaternaires avec leur base argilo-sableuse et leur sommet plus ou moins remanié par les eaux glaciaires : épaisseur, 200^m environ; le tout couronné par les dépôts morainiques et le lehm.

» La belle coupe de Sathonay à Caluire, que j'ai publiée dernièrement et qui montre clairement les rapports de nos deux groupes d'alluvions, peut donc être complétée ainsi, en négligeant toutefois les détails secondaires :

» 1° En bas, sur le gneiss, les sables pliocènes à *Mastodon Arvernensis;*

» 2° Les alluvions pliocènes à *Elephas meridionalis;*

» 3° Les alluvions quaternaires;

» 4° Glaciaire.

» Cette nouvelle coupe ne diffère d'ailleurs de ma première coupe théorique qu'en ce qu'elle montre les dépôts pliocènes de la Bresse et des Dombes se prolongeant au sud, à la base de la terrasse quaternaire de Caluire. Mais son intérêt est de présenter nettement, sur le même point, les deux groupes d'alluvions avec des caractères distinctifs très tranchés, le plus ancien étant définitivement classé dans le pliocène par la découverte de débris de *Mast. Arvernensis* (*M. dissimilis* Jourdan).

» Tous ces dépôts caillouteux avaient été laissés longtemps par nos géologues lyonnais dans le miocène marin, puis classés en bloc dans le quaternaire. Leur répartition entre deux groupes, et la fixation de l'âge de ceux-ci, sont un des résultats de mes recherches.

» Un autre point intéressant mis en lumière par de récentes observations est celui-ci : depuis le pliocène moyen, toutes nos formations de transport se ravinent les unes les autres et constituent comme une série d'emboîtages dans nos vallées actuelles. Les sables à Mastodontes de Trévoux ravinent la série argilo-sableuse à Paludines de la Bresse; le conglomérat bressan ravine les sables de Trévoux; les alluvions quaternaires préglaciaires ravinent le conglomérat bressan. Il s'ensuit que, par le fait d'érosions ultérieures, ces dépôts sont parfois réduits, sur le flanc des vallées, à des placages d'une étendue restreinte. Tels sont les lambeaux des terrasses quaternaires des environs de Montluel (rive droite du Rhône) et de Neuville (rive gauche de la Saône). »

M. L. **Augis** adresse une Note sur un moyen d'assurer la régularité constante des indications de temps fournies par les horloges.

M. J. **Morin** adresse une Note sur une transmission régulatrice de mouvement applicable à la lumière électrique.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. A. V.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 4 OCTOBRE 1886.

Mémoires et Bulletins de la Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux; 1er et 2e fascicules, 1886. Paris, G. Masson; Bordeaux, Féret, 1886; in-8°.

Calorimétrie et Thermométrie; par le Dr TH. MALOSSE. Paris, F. Savy, 1886; in-8°.

Mémoire sur la généralisation des identités; par G. OLTRAMARE. Genève, Impr. centrale génevoise, 1886; in-4°.

Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles, T. XXI, 1re livr. Harlem, 1886; in-8°.

Lois physiques du Magnétisme. Polarité humaine. Traité expérimental et thérapeutique de Magnétisme; par H. DURVILLE. Paris, Librairie du Magnétisme, 1886; in-8° cart.

American Journal of Mathematics, Vol. VIII, n. 4. Baltimore, 1886; in-4°.

O kilku gatunkach ryb kopalnych z monte-bolca pod Werona znajdujacych sie w gabinecie geologicznym Uniwersytetu Jagiellonskiego; przez Dra WLADYSLAWA SZAJNOCHE. W. Krakowie, 1886; in-4°. (Présenté par M. Hébert.)

Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino; Vol. XXI, disp. 7a (giugno 1886). Torino, E. Loescher, 1886; in-8°.

Bollettino dell' osservatorio della regia Universita di Torino; anno XX (1885). Torino, Stamperia reale, Paravia, 1886; in-4° oblong.

ENRICO CRISCUOLO. *La sovranita degli Stati sulle acque*. Napoli, N. Jovene, 1886; br. in-8°.

L. Bombicci. *Sul giacimento e sulle forme cristalline della datolite della serra dei Zanchetti (alto Apennino Bolognese)*. Bologna, tipog. Gamberini e Parmeggiani, 1886; in-4°.

L. Bombicci. *Sulla contorsione di tipo elicoïde nei fasci prismatici di antimonite del Giappone*. Bologna, tipog. Gamberini e Parmeggiani, 1886; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 OCTOBRE 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Note sur un principe de Mécanique rationnelle et une démonstration dont Daniel Bernoulli s'est servi en 1757*; par M. DE JONQUIÈRES.

« Lorsque, le 28 juin dernier, j'eus l'honneur de présenter à l'Académie une Note « Sur certaines circonstances qui se rencontrent dans le » mouvement de la toupie », et quelques jours après, le 12 juillet, un Mémoire sur la théorie de cet instrument [1], j'ignorais que le principe fondamental de l'argumentation dont je fais usage dans le passage relatif au *rapport* des durées des mouvements pendulaires du support et de l'instrument avait été connu de Daniel Bernoulli, du moins en ce qui concerne le *pendule*, et démontré par lui d'une façon analogue, dans son Mémoire intitulé : *Principes hydrostatiques et méchaniques*, ou *Mémoire sur la meilleure manière de diminuer le roulis et le tangage*, etc., qui remporta le prix de l'Académie royale des Sciences.

---

(1) Voir *Comptes rendus*, t. CII, séance du 28 juin, alinéas 6 et 7, et le Mémoire précité, § XII.

» Je ne connaissais donc pas davantage l'expérience, qu'entre autres arguments Bernoulli cite comme application et à l'appui du principe en question, lorsque, dans les premiers jours du mois de septembre, j'imaginais dans un autre but et exécutais moi-même quelques expériences confirmatives, dont une reproduit à très peu près celle de l'éminent géomètre suisse.

» J'ai été — ai-je besoin de le dire? — très flatté de cette rencontre de vues et d'arguments avec un mathématicien tel que Daniel Bernoulli (¹), dont l'autorité ajoute du poids à ma démonstration (bien qu'elle n'en eût pas besoin) dans une question à laquelle il attachait, comme il le dit lui-même, une grande importance, très justifiée d'ailleurs.

» C'est en lisant, il y a seulement quelques jours, le Mémoire de M. Bertin *Sur la houle et le roulis* (1877), où ce savant ingénieur analyse l'ouvrage des *Principes hydrostatiques*, que mon attention a été appelée sur ce dernier, inséré, sous le n° IV, en 1757, au tome VIII du *Recueil des pièces qui ont remporté des prix de l'Académie royale des Sciences*.

» Qu'on me permette ici quelques citations de ce Mémoire qui, mieux connues ou plus écoutées, eussent évité plus d'une méprise et d'un mécompte :

» § XIX. Examinons à présent, dit Bernoulli, les balancements (du navire) par eux-mêmes. Ils ne sauraient être produits que par des causes variables; ces causes, quelles qu'elles soient, sont nécessairement périodiques; elles augmenteront et diminueront alternativement....

» § XX. Les *accès* de force motrice sont, ou tout à fait irréguliers, ou uniformément périodiques. Cette dernière espèce peut encore être sous-divisée par les durées de chaque accès : cette durée est ou plus petite, ou égale, ou plus grande que la durée d'un balancement naturel du vaisseau; car tout vaisseau incliné, et puis entièrement abandonné à lui-même, fait des allées et venues à peu près isochrones, que je nomme *balancements naturels*.

(¹) Daniel Bernoulli, dix fois couronné par l'Académie royale des Sciences, était, comme on sait, très versé dans la science de l'Hydraulique. Les biographes font de lui le rival d'Euler et M. Bertin parle de son génie. Bour, parlant de son *Hydrodynamique*, imprimée en 1738, la caractérise en ces termes : « Ouvrage qui brille par une analyse aussi élégante dans sa marche que simple dans ses résultats. » (BOUR, *Cours de Mécanique*, 3ᵉ fascicule, p. 308.) Les mêmes qualités se remarquent dans le passage des *Principes hydrostatiques*, etc., auquel je fais allusion. Longtemps avant Bour, Lagrange avait apprécié le même ouvrage en des termes identiques, dans la 2ᵉ Partie de sa *Mécanique analytique* (t. II, 3ᵉ édition, revue et annotée par M. J. Bertrand, p. 247.)

» Bernoulli examine d'abord l'effet des accès de force motrice irréguliers, puis il continue en ces termes :

» § XXI. Considérons à présent les accès de force motrice, lorsqu'ils sont réguliers et uniformément périodiques..., alors ces agitations consisteront à faire des allées et venues conformes aux balancements d'un pendule simple....

» § XXIII. Soit l'intensité de la force étrangère telle que, dans le moment qu'elle est la plus grande, elle soit égale à la force de la pesanteur du corps du pendule sous un angle s. Soit le temps d'un balancement naturel du pendule t, et que ce pendule soit obligé (1) par la force étrangère à faire chaque vibration dans un temps $\frac{t}{n}$; je dis que le pendule fera, de chaque côté, des excursions dont l'angle avec la verticale sera $= \frac{s}{n^2 - 1}$.

» Il suit de cette formule, que plus les accès de la force étrangère se succèdent rapidement, plus les excursions du pendule seront petites ; mais lorsque les intervalles entre les deux accès sont à peu près égaux à la durée d'un balancement naturel du pendule, ce pendule fera des excursions excessives. *C'est ici une propriété à laquelle je souhaite qu'on fasse attention* (2). Enfin, lorsque les dits intervalles surpassent la durée d'un balancement naturel du pendule, il arrive que la force étrangère et la force qui résulte de la pesanteur du corps agissent en sens contraire, parce que l'angle de l'excursion réelle devient négatif, et alors l'excursion elle-même devient d'autant plus petite, que les accès de la force étrangère se succèdent plus lentement.

» Suit l'exemple auquel j'ai fait allusion plus haut et sur lequel j'aurai prochainement l'occasion de revenir.

» § XXIV. Les propriétés *remarquables* que nous venons d'indiquer sur l'étendue des balancements d'un pendule peuvent toutes être appliquées aux roulis d'un navire.... Les hypothèses que nous avons faites ne répondent pas à la nature de la chose avec une précision entière; ce que je ne dissimulerai pas.... Les accès de la force qui

---

(1) Bernoulli veut dire que cette force étrangère est d'une grandeur telle, qu'elle maîtrise et domine absolument celle du poids du pendule, sans que la réaction de celui-ci se fasse sentir sur elle. C'est, par exemple, le cas d'un pendule ordinaire oscillant à bord d'un navire et incapable, à cause de la petitesse de sa masse et de ses réactions, d'influencer les mouvements du vaisseau.

(2) Les mots que je souligne ici, et plus bas, ne le sont pas dans le texte de Bernoulli, mais nous avons ainsi voulu y arrêter l'attention du lecteur, parce qu'ils marquent bien l'importance que Bernoulli attachait au principe dont il s'agit. On remarquera dans tout ce passage la sobriété, ou plutôt l'absence du *calcul* proprement dit. Tout y est traité par un enchaînement abstrait de raisonnements intuitifs, selon la méthode dont on usait souvent alors, et qu'à notre époque Poinsot et Poncelet ont remise en honneur dans plusieurs de leurs écrits.

agite le navire auront aussi rarement des intervalles de temps parfaitement égaux; cette force n'agira pas précisément avec cette loi que demande l'isochronisme, et elle n'agira pas tout à fait également sur le navire plus ou moins incliné (comme) dans les moments où ces inclinaisons sont grandes; *mais tout cela ne doit pas empêcher d'avoir de l'indulgence pour nos principes,* puisqu'il est certain que les roulis auront toujours quelque penchant marqué pour cet état que notre théorie exige, pendant tout le temps que les agitations des eaux sont fort régulières et permanentes; ce qui fait le cas dont nous parlons....

» J'ai établi, en énonçant et démontrant, dans la Note et le Mémoire précités, un principe tout pareil, qu'il n'est nullement nécessaire, pour son exacte application, que les oscillations successives du support soient *toutes* isochrones, mais qu'il suffit qu'elles soient identiques, *deux à deux* consécutivement, et inverses à l'aller et au retour dans les conditions énoncées.

» J'aurai prochainement l'occasion d'entrer dans plus de détails sur cette question intéressante qui reparaît dans plusieurs autres applications de la Mécanique ([1]). »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la persistance des phénomènes instinctifs et des mouvements volontaires chez les Poissons osseux, après l'ablation des lobes cérébraux.* Note complémentaire ([2]) de M. **Vulpian.**

« Une carpe qui avait subi, le 18 mars 1886, l'ablation des deux lobes cérébraux, est morte le 29 septembre 1886. Elle paraissait en parfaite santé le 27, c'est-à-dire l'avant-veille du jour de la mort; le 28, elle était manifestement souffrante et le lendemain matin on la trouvait morte. J'étais absent à cette époque : je ne suis revenu à Paris que le 2 octobre. Le jour même de la mort, la tête a été séparée du corps et mise dans l'alcool à 90°. L'aquarium dans lequel vivait cette carpe est situé tout auprès d'une cuve en pierre dans laquelle on avait jeté, pendant les derniers jours du mois de septembre, des pièces en putréfaction et lavé les bocaux qui les contenaient : c'est à cette circonstance que je crois pouvoir attribuer la mort du poisson; en tout cas, l'examen du crâne n'a montré au-

---

([1]) A propos de ma Communication précitée du 28 juin dernier (*Comptes rendus*, t. CIII, p. 1520), je dois avertir le lecteur que les lettres x et y sont interverties aux alinéas marqués 2° et 3°. On doit lire Oy à la ligne 15, et Ox à la ligne 17.

([2]) Vulpian, *Sur la persistance des mouvements volontaires chez les Poissons osseux, à la suite de l'ablation des lobes cérébraux* (*Comptes rendus*, t. CII, p. 1526).

cune altération pouvant servir de base à une explication de cette mort.

» Dans ma Note précédente, j'ai dit comment j'avais été amené à répéter l'expérience de M. Is. Steiner et comment j'avais vérifié les résultats constatés et publiés par ce physiologiste. La carpe, morte le 29 septembre, était l'une de celles que j'avais opérées et sur lesquelles j'avais fait les observations que je communiquais alors à l'Académie. On a pu revoir chaque jour, jusqu'à l'avant-veille de sa mort, les diverses particularités que j'avais notées et que je me contenterai de résumer. Cette carpe offrait les mêmes allures que les carpes saines et ses mouvements respiratoires étaient tout à fait normaux. Elle voyait les obstacles et savait les éviter. Elle voyait aussi les morceaux d'albumine cuite et de jaune d'œuf cuit qu'on laissait tomber au fond de l'eau; elle allait les saisir et les avalait facilement (un peu moins facilement que les carpes saines, car elle était souvent forcée d'exécuter plusieurs mouvements de déglutition, avant de réussir à les avaler, lorsqu'ils étaient un peu gros). Elle rejetait hors de sa cavité buccale les corps étrangers non alimentaires qu'elle prenait parfois par erreur, comme le faisaient d'ailleurs aussi les carpes intactes. Deux mois après l'opération, il n'y avait réellement aucune différence reconnaissable entre cette carpe et celles qui n'avaient subi aucune opération. Elle luttait de rapidité avec celles-ci pour arriver à se saisir, avant elles, des morceaux d'œuf qu'on jetait dans l'aquarium; elle les voyait de loin, les prenait au passage, pendant qu'ils traversaient l'eau pour tomber au fond de l'aquarium; elle cherchait avec activité dans tous les points de ce fond s'il ne s'y trouvait pas d'autres parcelles de blanc d'œuf; enfin, elle arrivait de loin, avec les carpes saines, vers le point de l'aquarium le plus voisin de la personne qui s'en approchait, quêtant, pour ainsi dire, son aliment ordinaire. Cette carpe voyait donc très bien; on s'est assuré aussi qu'elle entendait; elle avait conservé le goût; sa sensibilité tactile était intacte; l'odorat seul, parmi les sens, était aboli par suite de la section des processus olfactifs. Elle paraissait avoir conservé les différentes facultés instinctives et intellectuelles que l'on peut observer dans les conditions de l'expérience dont il s'agit.

» Or, l'examen de l'intérieur de la cavité crânienne montre, comme on peut le voir sur la pièce mise sous les yeux de l'Académie, que les lobes cérébraux et la glande pinéale avaient été très complètement enlevés et que le reste de l'encéphale (lobes optiques, cervelet, lobes postéro-supérieurs du bulbe) est tout à fait intact. L'animal a survécu plus de six mois à l'opération; il n'y a pas le moindre indice d'un travail de régénération des lobes cérébraux. Le tissu adipeux qui comble, dans l'état normal, les

parties de la cavité crânienne non occupées par l'encéphale s'était reproduit. En l'enlevant avec soin, on a mis à découvert les nerfs optiques qui sont restés sains et l'on a pu retrouver facilement les segments, non enlevés, des processus olfactifs. Ces segments se terminent à la partie antérieure de la cavité crânienne par les lobules olfactifs qui ne semblent avoir subi aucune modification. Il y a eu un si faible travail irritatif dans le crâne que les segments des processus olfactifs, laissés en place, n'ont contracté aucune adhérence avec le tissu cellulaire de la cavité crânienne.

» L'ouverture faite au crâne lors de l'opération était fermée depuis plus de trois mois. La peau s'y était reformée avec son pigment. On voyait une légère dépression à l'endroit où cette ouverture avait été pratiquée. Une production lamelleuse de substance osseuse, partant du pourtour de l'ouverture ancienne, doublait la peau dans la plus grande partie de cette ouverture, et il me paraît certain que la paroi du crâne se serait entièrement reformée par ce travail de régénération osseuse, si l'animal avait vécu un ou deux mois de plus.

» Cette expérience ne saurait laisser aucun doute sur la légitimité de la conclusion de M. Is. Steiner. Elle montre, en effet, que l'instinct et la volonté, facultés dont le siège, chez les Batraciens, les Reptiles, les Oiseaux et les Mammifères, paraît être dans les lobes cérébraux, peuvent se manifester, chez les Poissons osseux, après l'ablation complète de ces lobes. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales montrant que la rigidité cadavérique n'est due ni entièrement, ni même en grande partie, à la coagulation des substances albumineuses des muscles.* Note de M. **Brown-Séquard**.

« Dans un travail que j'ai eu l'honneur de lire à l'Académie, le 9 novembre dernier [1], j'ai déjà rapporté quelques faits contraires à la théorie de Brücke et de Kuhne sur la nature de la rigidité cadavérique. Je vais en rapporter d'autres plus décisifs encore.

» La question est de savoir si la rigidité provient entièrement ou principalement d'une simple transformation de substances albumineuses qui se

---

(1) *Recherches expérimentales paraissant prouver que les muscles atteints de rigidité cadavérique restent doués de vitalité jusqu'à l'apparition de la putréfaction* (*Comptes rendus*, vol. CI, p. 926; 1885).

coagulent ou, comme je l'ai déjà soutenu, d'un acte spécial d'un degré de vitalité musculaire persistant après la mort jusqu'à l'apparition de la putréfaction. Réservant pour une autre Communication les preuves sur lesquelles j'appuie cette dernière opinion, je vais essayer aujourd'hui de faire voir combien est fausse l'idée du rôle prépondérant que l'on attribue à la coagulation de la substance qui donne origine à la myosine.

» I. Parmi les arguments nombreux qui montrent que la rigidité cadavérique ne dépend pas surtout d'une simple coagulation de matières albumineuses, j'ai déjà mentionné le fait singulier que les muscles rigides ne sont pas en repos et que leur état de contraction se modifie très fréquemment. Je renvoie à mon travail de l'an dernier, où j'ai fait voir que les mouvements de raccourcissement et d'élongation alternatifs des muscles atteints de raideur cadavérique sont assez considérables. J'avais employé alors la méthode graphique. J'ai pu, depuis lors, m'assurer, par des mesures directes, que la longueur des muscles raides se modifie très souvent, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre. J'ai trouvé, de plus, que pendant le travail de *rigidification*, c'est-à-dire durant la période dans laquelle le muscle passe de son état de souplesse à celui de rigidité, il se modifie très fréquemment, non pas, comme on le suppose, en devenant régulièrement de plus en plus raide, mais en faisant alternativement des progrès vers la rigidité et des retours vers la souplesse. On sait que, lorsque la raideur cadavérique n'est pas complète dans les membres, on peut faire mouvoir librement, jusqu'à un certain point, une partie d'un membre sur un autre. L'étendue de cette mobilité donne la mesure du degré de la rigidité. J'ai trouvé, surtout dans les cas où la raideur *post mortem* est lente à se compléter, que cette mobilité varie souvent, c'est-à-dire que le jeu d'une partie sur une autre devient nombre de fois alternativement plus faible et plus considérable, montrant que les muscles se sont alternativement raccourcis et allongés.

» Il est évidemment impossible de réconcilier de tels faits avec la théorie qui a cours sur la production de la rigidité cadavérique. Il est certain, en effet, qu'une coagulation de substances albumineuses ne peut se faire et se défaire alternativement.

» II. Lorsque la rigidité cadavérique se produit rapidement chez des animaux vigoureux, tués par asphyxie, on constate qu'il est impossible, après qu'elle a atteint toute son intensité, de la détruire d'une manière complète, sans employer une force très considérable et sans léser le tissu musculaire. Je demande si, en présence de ce fait, il est possible d'ad-

mettre que la raideur n'est due qu'à une coagulation de substances albumineuses?

III. Nysten [1] a soutenu que, si l'on rend la souplesse à un membre atteint de rigidité *post mortem*, cette raideur n'y revient pas. Sommer, au dire de J. Müller [2], a constaté que, si l'on emploie la force pour vaincre la rigidité cadavérique, alors qu'elle est complètement développée, elle ne se reproduit pas; mais que, si elle n'a pas encore atteint son plus haut degré d'intensité, elle se rétablit. J'ai déjà montré depuis bien longtemps [3], contrairement à l'assertion de Sommer, que dans un membre ayant atteint le maximum de rigidité, celle-ci peut reparaître après avoir été détruite. Mais des expériences négatives m'avaient fait croire que, lorsque la rigidité a existé vingt-quatre heures ou plus longtemps, elle ne se développe plus si on la fait cesser. J'ai depuis constaté qu'il n'est pas de période de la raideur *post mortem* où celle-ci ne puisse réapparaître après qu'on l'a détruite.

» A ma grande surprise, le 31 mars de l'année dernière, chez un chien tué le 12 de ce mois, j'ai trouvé que la rigidité pouvait encore revenir rapidement après avoir été détruite. Chez cet animal, mort avec tout ce qui caractérise ce que j'ai décrit sous le nom d'*arrêt des échanges* entre les tissus et le sang [4], la raideur avait été complète jusqu'au 31 mars. Ce jour-là il y avait un peu de jeu aux trois principales articulations du membre postérieur gauche. Voulant m'assurer de la résistance des muscles de ce membre, je pratiquai, à plusieurs reprises, l'extension et la flexion du pied, de la jambe et de la cuisse. Environ une demi-heure après, je constatai que le membre que j'avais assoupli notablement avait repris presque toute la raideur qu'il avait avant les tiraillements que je lui avais fait subir. Ainsi donc, dix-neuf jours après la mort, la raideur peut réapparaître très promptement après qu'on l'a fait cesser. Chez ce même animal deux fois encore (le 4 et le 7 avril, c'est-à-dire vingt-trois, puis vingt-six jours après la mort), j'ai déraidi le même membre et la rigidité s'est remontrée, mais

---

(1) *Recherches de Physiologie et de Chimie pathologiques*, p. 401; Paris, 1841.

(2) *Manuel de Physiologie*, traduit par Jourdan, édition Littré, vol. II, p. 42; Paris, 1851.

(3) *Journal de la Physiologie de l'homme et des animaux*, vol. I, p. 281; Paris, 1858.

(4) *Comptes rendus*, vol. XCIV, p. 491; 1882. La durée extrêmement longue de la rigidité cadavérique, chez les animaux morts avec arrêt actif des échanges entre les tissus et le sang, a rendu possibles nombre des faits exposés dans cette Note.

chaque fois à un degré un peu moindre qu'avant, excepté à la hanche où elle a été plus considérable après qu'avant le second déraidissement.

» Ces faits singuliers, et absolument décisifs contre la théorie d'après laquelle la rigidité dépendrait de la coagulation d'une substance albumineuse, m'ont conduit à faire de très nombreuses recherches sur des animaux d'espèces variées et j'ai constaté, chez tous, la possibilité du retour de la raideur après l'assouplissement des membres rigides. Chez les oiseaux, les cobayes, les lapins, les singes, la puissance de reproduction de la raideur est *bien moindre* que chez les chiens et les chats. Plus les muscles sont vigoureux, plus le retour de la raideur est fréquent, rapide et considérable. Après avoir déraidi 4, 5 ou 6 fois et jusqu'à 8 fois, dans un petit nombre de cas, des membres de chiens morts avec arrêt actif des échanges et depuis un temps quelquefois très long, j'ai vu assez souvent la raideur revenir. Plus la rigidité se montre rapidement après la mort, plus est faible la puissance que possèdent les muscles de se rigidifier de nouveau après un déraidissement complet. C'est presque uniquement chez des animaux ayant eu de violentes convulsions après la mort que j'ai constaté que la rigidité détruite ne réapparaissait pas, même quelquefois peu de temps après l'apparition de la raideur *post mortem*.

» Je ne crois pas avoir besoin de montrer que ces faits sont absolument décisifs contre la théorie que je combats, car la raideur ne pourrait pas se montrer de nouveau si elle dépendait d'une coagulation de substances albumineuses, le seul effet du déraidissement étant de vaincre, par distension, l'élasticité de ces substances et non de les liquéfier, ce qui serait essentiel pour qu'elles pussent de nouveau se coaguler.

» IV. Il arrive assez souvent que la rigidité cadavérique *reproduite*, ou *en retour*, est rapidement plus considérable que celle de la raideur qui précédait le déraidissement. Je reviendrai sur la signification de ce fait dans une autre Communication.

» V. A l'aide d'un moteur hydraulique j'ai fait jouer presque tous les muscles d'un membre pendant sept, huit ou dix heures et j'ai constaté, pendant tout ce temps, que la rigidité ne se montrait pas et qu'elle apparaissait, au contraire, rapidement lorsqu'on cessait de faire mouvoir le membre. Cependant quelques muscles ou quelques parties de muscle échappaient alors au mouvement et la raideur survenait en certains points du membre, pendant cette expérience. Pour obtenir un résultat plus net, j'ai opéré autrement. Après avoir tué des chiens ou des lapins vigoureux, j'ai attendu que la raideur commençât dans les quatre membres et j'ai alors

fait mouvoir rapidement et fortement, dans tous les sens possibles, les deux membres d'un côté du corps. J'ai continué pendant plusieurs heures ces tiraillements de deux membres, attendant pour m'arrêter que les deux autres membres eussent atteint le maximum d'intensité de la rigidité cadavérique. J'ai alors cessé les tiraillements et constaté que les membres qui y avaient été soumis étaient absolument souples. Mais bientôt après la raideur s'y est montrée et, dans un temps un peu plus court que pour les deux autres membres, elle y a presque toujours acquis le maximum d'intensité. Dans des cas rares la rigidité n'y a pas été aussi complète que dans les deux autres membres, exception due, comme je m'en suis assuré, à ce que les mouvements avaient été trop violents et avaient produit des lésions traumatiques dans les muscles.

» Il me semble évident que, si la rigidité dépendait de la coagulation d'une substance albumineuse, les mouvements n'empêcheraient pas cette coagulation. Ce que nous savons de la fibrine montre, au contraire, que le mouvement (le battage, en particulier) active la coagulation. En admettant, ce que je crois vrai, qu'à un certain moment après la mort les substances albumineuses des muscles se coagulent, les caillots doivent être brisés et presque réduits en poussière par les mouvements auxquels les muscles sont soumis dans cette expérience. Dans cet état le rôle de ces caillots est fini, ce qui expliquerait la souplesse des muscles, lorsqu'on cesse de mouvoir les membres, mais ce qui, assurément, devrait, contrairement à ce que montre l'expérience, empêcher l'apparition de la rigidité.

» VI. Un fait extrêmement intéressant et dont je m'occuperai à d'autres égards, dans une Communication subséquente, montre que quelquefois la raideur *post mortem* apparaît dans un ou plusieurs membres, alors que l'irritabilité musculaire n'y a rien perdu de sa puissance. Il serait impossible de concilier la coexistence de ce degré d'irritabilité avec la rigidité si celle-ci dépendait de la coagulation de substances albumineuses.

» VII. J'ai trouvé, dans ces dernières années, un fait qui est, comme les précédents, tout à fait contraire à la théorie que je combats. On croyait que la rigidité cadavérique ne disparaît que lorsque la putréfaction des muscles s'est montrée d'une manière évidente. J'ai constaté que quelquefois il n'en est pas ainsi : j'ai vu, en effet, cinq ou six fois, la raideur disparaître complètement alors que les muscles, à part leur mollesse et leur couleur, n'avaient aucune apparence de putréfaction. Donc, ceux qui croient que c'est à une dissolution de la myosine par le travail de la putréfaction qu'est due la cessation de la rigidité se trompent.

» *Conclusions.* — La rigidité cadavérique ne dépend ni entièrement ni principalement de la coagulation de diverses substances albumineuses dans le tissu musculaire ou baignant ses éléments, comme le soutiennent aujourd'hui la plupart des physiologistes, à la suite de Brücke, de Kuhne et de Wundt. »

GÉOLOGIE. — *Sur la température du fond des mers comparée à celle des continents à la même profondeur;* par M. **Faye.**

« M. le Président de l'Association anglaise pour l'avancement des Sciences, dans un discours d'ouverture du Congrès de Birmingham sur la géologie de l'Atlantique, m'a fait l'honneur de mentionner une espèce de loi que j'ai signalée, en vertu de laquelle l'écorce terrestre se refroidit plus vite et plus profondément sous les mers que sous les continents. Je saisis cette occasion d'en généraliser l'énoncé. J'ai parlé surtout des mers qui communiquent avec l'un ou l'autre pôle et dont les couches les plus profondes sont à des températures très voisines de zéro. Je désire ajouter que le phénomène, pour être moins marqué pour les mers qui ne communiquent pas librement avec les pôles, n'en existe pas moins. La température va aussi en décroissant dans ces mers avec la profondeur, et la différence entre ces couches et celles des continents, à la même profondeur, est aussi grande, à une quinzaine de degrés près, que pour les océans. »

CHIMIE. — *Purification de l'yttria.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« J'ai plusieurs fois eu l'honneur d'entretenir l'Académie d'expériences faites avec une yttria ne donnant plus que des traces très faibles et négligeables de la fluorescence, d'abord attribuée par M. Crookes à l'yttria elle-même, mais réellement due à la présence de corps étrangers ($Z\alpha$, $Z\beta$ et Sm) fort distincts de Yt^2O^3, ainsi que je l'ai établi dans ce Recueil au cours d'une discussion contradictoire avec le savant physicien anglais.

» Voici la marche suivie l'année dernière pour la purification de Yt^2O^3.

» Ma terre A (¹) était une yttria comparable aux meilleures qui eussent été préparées ; elle différait très peu de celle de M. Clève (²).

(¹) *Comptes rendus,* 7 septembre 1885.

(²) L'yttria de M. Clève contient sensiblement plus de $Z\alpha$ que ma terre A, laquelle,

» La terre A fut soumise à trente-deux séries de fractionnements par l'ammoniaque. La dernière portion précipitée par AzH^3, dans la trente-deuxième série, montrait déjà (sulfate dans le vide) une fluorescence bien moins vive que celle de A. De plus, la composition spectrale de la lumière émise s'était profondément modifiée; les bandes de $Z\alpha$ et $Z\beta$ ayant considérablement perdu de leur intensité, tandis que les bandes de la samarine avaient, à peu de chose prés, conservé leur vigueur primitive; aussi la teinte de la fluorescence avait-elle passé du vert jaune à un jaune orangé moins vif.

» Cette yttria (la dernière précipitée par AzH^3) fut ensuite soumise à vingt-six séries de fractionnements par l'acide oxalique ([1]). A mesure que le travail s'avançait, la fluorescence diminuait dans les terres retirées des derniers oxalates précipités; mais, contrairement à ce qu'on avait observé lors du traitement par AzH^3, les bandes du Sm s'affaiblissaient plus rapidement que celles de $Z\alpha$ et $Z\beta$. Dès le cinquième fractionnement, la terre du dernier oxalate ne donnait plus qu'assez faiblement les bandes citron et double verte de $Z\alpha$ et $Z\beta$, avec seulement une trace des bandes rouges du Sm. L'addition à la matière de cinq fois son poids de chaux, loin d'augmenter la fluorescence, la faisait presque entièrement disparaître.

» Enfin, les derniers oxalates du vingt-sixième fractionnement oxalique étant calcinés fournissent une terre très blanche ([2]) (mon yttria actuelle) dont le sulfate ne produit plus d'une façon appréciable les bandes rouges, vertes, bleues et violettes du spectre décrit par M. Crookes; spectre qui était si brillant avec ma terre A. La bande citron de $Z\alpha$ seule est encore visible, quoique très faible. Cette yttria purifiée ne donne aucune fluorescence après mélange avec de la chaux, et sa solution chlorhydrique, soumise à l'action directe de l'étincelle d'induction, montre uniquement et brillamment le spectre bien connu de l'yttria.

---

en revanche, est légèrement plus chargée de $Z\beta$. Il y a mêmes traces de Di et de Sm des deux côtés.

([1]) Je n'ai point obtenu de bonnes séparations en produisant les oxalates par additions successives de petites quantités d'acide oxalique aux solutions peu acides de la terre. Dans le présent travail, on est parti, pour chaque fractionnement partiel, d'une solution chlorhydrique *très acide* de la terre (ou de son oxalate) et l'on a successivement ajouté *à chaud* de petites quantités d'oxalate d'ammoniaque, de façon que l'oxalate terreux se déposât lentement pendant le refroidissement. A la fin, on neutralisait presque complètement par AzH^3.

([2]) Toutes les anciennes yttrias possèdent une teinte jaunâtre.

» L'extrême queue des fractionnements par l'acide oxalique (c'est-à-dire le peu de matière qui se dépose lors de la quasi-neutralisation par AzH^3) donne, dans le vide, après sulfatation, une jolie phosphorescence d'un rose aurore que j'ai déjà signalée à l'Académie et qui est due à la présence d'une infime trace de bismuth provenant, soit de la matière première, soit des réactifs (¹). La Note ci-après résume mes observations sur cette fluorescence rose. ».

CHIMIE. — *Fluorescence des composés du bismuth soumis à l'effluve électrique dans le vide*. Note de M. **Lecoq de Boisbaudran**.

« 1° Le sulfate de bismuth seul (préalablement chauffé au rouge sombre) ne fluoresce pas dans le vide.

» 2° Une très petite quantité de sulfate de bismuth communique au sulfate de chaux la propriété d'émettre une fort belle fluorescence d'un rouge orangé. En augmentant graduellement la proportion de bismuth, on voit la fluorescence atteindre un maximum d'éclat, puis s'affaiblir et enfin s'éteindre, alors que la quantité de bismuth est encore assez minime. Au spectroscope, la lumière se concentre sur une bande qui commence, très nébuleuse, vers $\lambda = 673$, a déjà une intensité assez notable à 666 et atteint son maximum d'éclat vers 614. La bande s'affaiblit sensiblement à partir d'environ 595, possède encore un éclairage assez notable à 585 et s'éteint vaguement vers 578. Le milieu apparent de l'ensemble est situé vers 618 (²).

» Du carbonate de chaux bismuthifère ne m'a donné, après forte calcination, qu'une fluorescence violette peu différente de celle qu'on obtient avec CaO exempt de bismuth.

» 3° Avec le sulfate de strontiane bismuthifère, la fluorescence est encore plus brillante qu'avec $CaO\,SO^3 + Bi$; sa teinte est orangée. Le spectre consiste en une bande qui commence, très nébuleuse, vers 664, possède déjà une intensité notable à 653 et passe par son maximum d'éclat

(¹) Très probablement des réactifs.

(²) Les positions des diverses parties de telles bandes ne peuvent pas être exactement déterminées, car elles varient avec l'intensité de la lumière. Les bords des bandes se déplacent surtout d'une façon notable, mais les maxima d'éclairage ne changent pas beaucoup de place.

vers 598. La bande commence à s'affaiblir sensiblement vers 579; elle est cependant encore assez notablement lumineuse à 570 et s'éteint très vaguement vers 567. Le milieu apparent de l'ensemble est placé vers 609 ou 610. De même que pour le $CaOSO^3$, si l'on augmente la proportion du bismuth contenu dans le $SrOSO^3$, on voit bientôt la fluorescence passer par un maximum, puis s'affaiblir et s'éteindre.

» Du carbonate de strontiane bismuthifère ne m'a donné, après forte calcination, qu'une fluorescence bleue, peu différente de celle obtenue sans bismuth.

» 4° Le sulfate de baryte seul ne donne rien; mais, quand il contient une faible quantité de bismuth, il produit une très belle fluorescence d'un rouge moins orangé que celui du sulfate de chaux bismuthifère. On voit au spectroscope une bande qui commence, très nébuleuse, vers 654, est déjà notablement éclairée à 648 et possède son maximum d'éclat vers 622. La bande s'affaiblit assez notablement vers 591 ou 592 et se termine vaguement vers 584 ou 585. La proportion de bismuth étant successivement augmentée, la fluorescence passe par un maximum, puis diminue et s'éteint.

» Du $BaOCO^2$ bismuthifère ne m'a rien donné après forte calcination.

» 5° Le sulfate de magnésie contenant un peu de bismuth produit une fluorescence d'un rouge encore moins orangé que celui de $BaOSO^3 + Bi$. Cette fluorescence, quoique d'un aspect magnifique, ne semble pas cependant pouvoir acquérir autant d'éclat que celles des sulfates bismuthifères de Ca, Ba et surtout Sr; elle se résout au spectroscope en une bande qui commence très nébuleuse, vers 675 ou 676, possède déjà une intensité très notable à 670 et atteint son maximum de lumière vers 632 ou 633. La bande est encore notablement éclairée à 598 et s'éteint vaguement vers 586. Le milieu apparent de l'ensemble se trouve vers 628.

» Du carbonate de magnésie bismuthifère ne m'a rien donné après forte calcination.

» 6° Je n'ai obtenu que peu ou point de fluorescence avec les mélanges suivants :

$ZnOSO^3 +$ sulfate de bismuth.....	préalablement portés au rouge sombre.
$CdOSO^3 +$ »	
$PbOSO^3 +$ »	
$ZnO + Bi^2O^3$....................	fortement calcinés au chalumeau.
$CdO +$ »	
$MgO +$ »	

» Les bandes fluorescentes des composés du bismuth, étant relativement assez peu larges, permettent très bien de caractériser ce métal; c'est un procédé plus sensible que celui de l'étincelle d'induction éclatant à la surface d'une solution chlorhydrique.

» A l'occasion de la présente étude, j'ai reconnu l'existence de traces de bismuth dans nombre de produits chimiques et de réactifs de laboratoire dont plusieurs étaient réputés purs. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Résumé des observations météorologiques faites pendant l'année 1885 en quatre points du Haut-Rhin et des Vosges;* par M. **Hirn**.

« Je viens, comme d'habitude, présenter à l'Académie les résultats les plus essentiels des observations météorologiques faites, dans le Haut-Rhin, l'année dernière. Pour les détails des stations, des instruments, etc., etc., je me permets de renvoyer les lecteurs aux *Comptes rendus* des séances des 23 et 30 janvier 1882, des 30 avril et 7 mai 1883, du 4 février 1884 et du 4 mai 1885, et je remercie publiquement M. Scheurer (à Thann), M. Léonhart (à Munster), M. Defranoux (à la Schlucht), pour le concours qu'ils continuent à me prêter dans les observations.

Observations actinométriques faites à l'observatoire de Colmar.

	$(t_1 - t_0)$		Nombre de jours d'observations par mois.
	moy.	max.	
Janvier	20°,5	22°,1	14
Février	22,9	26,5	7
Mars	26,8	28,1	11
Avril	25,3	28,2	14
Mai	27,0	31,0	11
Juin	25,6	29,0	21
Juillet	25,7	27,0	21
Août	26,8	32,0	14
Septembre	23,7	26,2	10
Octobre	23,8	27,4	5
Novembre	23,0	25,6	6
Décembre	23,2	26,5	5

» Les différences indiquées sur le Tableau précédent sont celles que donne le thermomètre à boule noircie, exposé à 11^{m} au-dessus du sol, et

un thermomètre placé à la même hauteur, à l'ombre. Cette manière d'observer me paraît plus significative que celle qui est généralement employée.

Tableau relatif aux vents.

	Vents dominants à Colmar.	Vitesse moy.	Vitesse max.	Nombre de jours où le vent a été notable.
		m''	m''	
Janvier	S.	3,3	20,0	18
Février	SO.	2,8	35,0	18
	N.	2,4	6,0	9
Mars	N.	3,7	14,0	22
Avril	N.	3,0	13,0	20
Mai	SO.	4,2	25,0	23
Juin	N.	3,5	12,0	18
	SSO.	3,0	13,5	10
Juillet	N, NE.	2,0	4,0	20
Août	SO.	?	?	16
	N.	2,0	4,0	12
Septembre	SSO.	5,0	25,0	18
	NE.	2,0	5,0	8
Octobre	SSO.	4,8	17,0	19
	N.	2,8	5,0	10
Novembre	N.	3,3	9,0	16
	S.	4,0	20,0	12
Décembre	N.	2,5	10,0	10
	S.	4,0	20,0	14

	Température							
	minima.				maxima.			
	Schlucht.	Munster.	Colmar.	Thann.	Schlucht.	Munster.	Colmar.	Thann.
Janvier	— 7°,5	— 4°,10	— 6°,18	— 6°,0	— 2°,0	0°,20	1°,64	0°,4
Février	— 1,5	2,45	1,16	0,7	3,1	8,37	10,59	8,3
Mars	— 3,8	1,59	1,72	0,5	1,4	7,03	9,68	8,2
Avril	0,4	5,00	5,30	4,8	8,1	13,57	17,93	15,5
Mai	1,4	6,26	6,06	5,4	9,0	13,68	17,72	15,6
Juin	8,0	10,12	12,16	11,3	18,2	24,02	26,84	25,4
Juillet	9,3	10,13	13,71	13,1	18,7	25,31	26,08	25,2
Août	7,1	7,87	10,46	10,4	16,9	23,35	24,80	22,7
Septembre	5,4	8,06	9,06	8,9	11,9	18,94	20,88	17,4
Octobre	— 0,2	3,22	5,06	4,4	5,0	11,43	12,87	10,3
Novembre	— 0,8	1,56	2,59	2,6	3,9	7,02	7,74	7,0
Décembre	— 5,5	— 3,83	— 2,25	— 2,7	— 0,5	3,70	3,32	2,8
Moyenne	1,0	4,03	4,90	4,5	7,8	13,05	15,01	13,2

	Pression atmosphérique.				Eau tombée (hauteur en millimètres).			
	m	m	m	m	mm	mm	mm	mm
Janvier......	0,6610	0,72756	0,74493	0,7323	12,2	11,2	1,6	0
Février......	0,6618	0,72653	0,74340	0,7328	125,6	62,2	27,2	65,5
Mars........	0,6617	0,72790	0,74483	0,7323	187,2	106,1	62,7	144,0
Avril........	0,6587	0,72261	0,73902	0,7276	34,2	14,2	13,0	7,5
Mai.........	0,6631	0,72612	0,74257	0,7311	167,2	90,9	87,6	84,3
Juin.........	0,6664	0,72916	0,74513	0,7345	72,4	148,2	50,2	91,2
Juillet.......	0,6691	0,73178	0,74779	0,7371	95,1	67,5	84,7	99,4
Août........	0,6646	0,72735	0,74370	0,7326	42,4	46,9	45,3	56,1
Septembre...	0,6650	0,72848	0,74495	0,7341	174,3	85,1	56,3	125,2
Octobre.....	0,6584	0,72346	0,74029	0,7288	314,0	139,4	55,5	202,5
Novembre...	0,6627	0,72714	0,74412	0,7328	150,0	45,0	8,2	81,5
Décembre....	0,6667	0,73303	0,75039	0,7379	152,4	58,9	38,3	81,8
Moyenne...	0m,6633	0m,72759	0m,74426	0m,73282	1m,527	0m,8756	0m,5306	1m,039

Orages à Colmar.

Avril........ Le 25, pluie d'orage à 5h soir; premier coup de tonnerre à 5h8m soir.

Mai......... Le 7, 2 coups de tonnerre à 3h5m soir; grains.

» Le 8, tonnerre à 3h soir au nord; pluie.

» Le 30, tonnerre à 10h35m matin et à midi. Orage de midi à 4h soir avec légère grêle; pluie. Coup de foudre sur une maison située à 3km (ouest) de Colmar (école du Logelbach).

Juin......... Le 7, orageux le soir.

» Le 8, orages à partir de 10h soir.

» Le 9, orages à partir de 10h soir.

» Le 15, tonnerre vers le matin.

» Le 16, orage à partir de 10h soir; pluie.

» Le 17, orage le long des Vosges à partir de 10h matin. L'orage arrive à Colmar vers les 3h soir (faible). Tonnerre à 6h soir.

» Le 28, orages toute l'après-midi, en vue au-dessus des Vosges; vers 5h soir les nuées se divisent et une partie marche vers le Rhin. L'orage n'éclate sur Colmar que vers 7h30m soir.

» Le 29, orage à l'ouest à partir de 11h15m matin; orage à l'est à partir de 3h15m soir.

Juillet....... Le 4, orages au nord de 6h matin à 8h matin; pluie.

Le 12, tonnerre à 11h45m matin et à midi.

Le 13, orage à l'ouest à 10h30m matin; *id.* au nord-nord-est à 3h soir; *id.* au sud à 5h30m soir; *id.* à l'est à 10h soir. (Un homme est tué par la foudre, dans la plaine à peu de distance de Colmar, 1km environ, direction ouest-sud-ouest); deux autres hommes qui étaient près de lui ont été renversés, mais sans que l'accident ait eu aucune suite. Une maison, située près de la gare de Colmar, est frappée en même temps; la décharge laisse

des traces depuis le faîte du toit jusqu'à travers la salle du rez-de-chaussée.

Juillet....... Le 14, tonnerre à 9^h soir.
Août........ Le 3, orage de $3^h 30^m$ soir à $4^h 30^m$ soir; pluie.
» Le 4, tonnerre à $9^h 53^m$ matin; orage à 11^h matin; pluie et légère grêle.
» Le 6, orage à 5^h soir.
» Le 27, orage au sud à midi; tonnerre.

» En ce qui concerne les quantités d'eau tombées, on voit que, pour Colmar, la hauteur répond à peu près à la moyenne d'un grand nombre d'années (soit $0^m,450$). La différence entre Colmar et la Schlucht reste aussi très accentuée et confirme toujours parfaitement l'explication et les remarques que j'ai données aux *Comptes rendus* des 30 avril et 7 mai 1883.

» Un autre fait très curieux, que je n'ai pas signalé jusqu'ici, mais qui saute aux yeux à l'inspection de tous mes Tableaux précédents, c'est qu'à Thann et à Munster les quantités de pluie et de neige tombées sont encore très considérables, quoique ces localités soient fortement en contre-bas de la Schlucht, comme l'indiquent les hauteurs barométriques moyennes. L'explication de ce fait est très simple. Les villes en question se trouvent toutes deux à la partie la plus basse des vallées; or la masse d'air qui s'élève, qui se détend et qui se refroidit par suite en passant par-dessus la chaîne des Vosges, est gouvernée, quant à sa hauteur, non par les enfoncements, les vallées, mais par l'altitude moyenne des montagnes environnantes. La compression et, par suite, l'échauffement de l'air redescendant, après qu'il a franchi la verticale répondant à la plus grande hauteur de la chaîne, dépendent non de la hauteur barométrique de Thann et de Munster, mais de la hauteur qu'on trouverait sur les sommités environnantes. La condensation des nuages en pluie doit, par conséquent, procéder suivant une marche très différente de celle que sembleraient produire les hauteurs barométriques du fond des deux vallées. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Aimé Girard adresse à l'Académie le Mémoire complet sur le développement de la betterave à sucre dont il a déjà présenté des extraits. A ce Mémoire est joint un album comprenant dix vues photographiques de la betterave prise dans son ensemble (parties aériennes et parties souterraines)

aux diverses époques de son développement et reproduites par M. Dujardin à l'aide des ses procédés d'héliogravure.

(Renvoyé à l'examen de M. Peligot.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** transmet à l'Académie le tome VII des « Archives de Médecine et Pharmacie militaires ».

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Ouvrage de M. *Paul Cazeneuve* intitulé : « La coloration des vins par les couleurs de la houille ».

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la transformation des surfaces et sur une classe d'équations différentielles.* Note de M. **É. Picard**, présentée par M. Hermite.

« J'ai, dans deux Notes récentes (*Comptes rendus,* 20 et 27 septembre 1886), indiqué quelques-uns des résultats auxquels m'a conduit l'étude de la transformation des surfaces algébriques. En terminant le second de ces articles, j'ai montré que les surfaces, pour lesquelles la valeur d'un certain entier invariant D est la même, forment un nombre limité de classes. J'indiquerai encore une autre proposition se rattachant à cette importante question du partage des surfaces algébriques en classes distinctes.

» Rappelons d'abord que, outre l'invariant p (*Flächengeschlecht*), M. Nœther a introduit dans la théorie des surfaces deux autres invariants, dont nous ne considérerons ici que le second. Considère-t-on la surface f d'ordre m et deux surfaces adjointes d'ordre $m-4$; ce second invariant est le nombre p_2 des points communs à ces trois surfaces, en dehors des lignes ou points singuliers. Ceci posé, on aura le théorème suivant, où nous supposons encore $p \geq 4$: *On peut faire correspondre point par point la surface f à une autre de degré*

$$p_2 - p + 4.$$

» Ce théorème peut être considéré comme l'analogue du théorème de

Clebsch dans la théorie des courbes planes, d'après lequel une courbe de *genre p* peut toujours être transformée, par une substitution birationnelle, en une courbe de *degré* $p+1$.

» Je n'examinerai pas ici les différents problèmes que les énoncés précédents conduisent à se poser. C'est d'une application, concernant une classe d'équations différentielles du second ordre, que je vais maintenant m'occuper. Envisageons l'équation différentielle

$$f(y, y', y'') = 0, \tag{1}$$

f étant un polynôme, y' et y'' désignant les dérivées première et seconde de la fonction y de x; et considérons le cas où l'intégrale générale de cette équation serait une fonction *uniforme* de x, n'ayant d'autre point singulier essentiel que le point à l'infini.

» En regardant y, y' et y'' comme des coordonnées, l'équation (1) représente une surface; supposons d'abord le genre de cette surface supérieur à l'unité, et soient $Q_1(y, y', y'')$ et $Q_2(y, y', y'')$ deux polynômes adjoints. J'établis d'abord que l'on aura

$$\frac{Q_1(y, y', y'')}{Q_2(y, y', y'')} = \frac{Q_1(y_0, y'_0, y''_0)}{Q_2(y_0, y'_0, y''_0)}, \tag{2}$$

en désignant par y_0, y'_0, y''_0 un système de valeurs initiales pour y, y', y''. En éliminant y'' entre les équations (1) et (2), on voit qu'il existe une relation algébrique entre y et y', et, par conséquent, on rentre dans le problème classique traité par MM. Briot et Bouquet. Nous pouvons donc énoncer le théorème suivant : *L'intégrale générale étant supposée uniforme, le genre de l'équation* (1) *est égal à* 0 *ou* 1, *ou bien, l'équation se ramène à une équation intégrable par les fonctions elliptiques.*

» On peut bien aisément donner un exemple d'une équation de la forme précédente. Soit $\varphi(u, v)$ une fonction uniforme quadruplement périodique de u et v. Si l'on pose

$$y = \varphi(x + C, C'),$$

C et C' étant deux constantes arbitraires, on aura évidemment, entre y et ses deux premières dérivées, une relation de la forme (1).

» Posons-nous le problème inverse, c'est-à-dire, étant donnée l'équa-

tion

$$f(y, y', y'') = 0,$$

cherchons à reconnaître si elle peut être intégrée, comme il vient d'être dit, à l'aide des fonctions abéliennes. Le genre de la surface f devra tout d'abord être 1 ou 0, et je ne m'occuperai que du cas où ce genre est égal à l'unité.

» Posons $y = \varphi(u, v)$, $z = \frac{\partial \varphi}{\partial u}$, $t = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial u^2}$, nous avons

$$f(y, z, t) = 0.$$

» Soit $Q(y, z, t)$ le polynôme adjoint à f. On démontrera d'abord que

$$(\alpha) \qquad v = \int \frac{Q(y, z, t)(-t\,dy + z\,dz)}{f'_t},$$

et cette intégrale devra être une intégrale de différentielle totale de première espèce, attachée à la surface f; il faudra de même que u s'exprime par une intégrale de première espèce. Or on sait former les intégrales de première espèce correspondant à une surface; outre celle qui a été déjà trouvée indirectement, il devra y en avoir une seconde, soit

$$\int P(y, z, t)\,dy + R(y, z, t)\,dz,$$

et cette intégrale sera égale à $Au + Bv$, A et B étant des constantes; d'où l'on conclut, en différentiant,

$$A = P(y, z, t)z + R(y, z, t)t.$$

» Il sera aisé de vérifier si l'on peut choisir la constante A, de manière que cette dernière relation soit une conséquence de $f(y, z, t) = 0$. Supposons qu'il en soit ainsi, et soient P et R, tellement choisis, que $A = 1$. Nous avons l'équation (α) et l'équation

$$(\beta) \qquad u = \int P(y, z, t)\,dy + R(y, z, t)\,dz.$$

Les équations (α) et (β) donnent y, z et t, exprimées par des fonctions uniformes quadruplement périodiques de u et v, car la surface f est du genre un et a deux intégrales de première espèce, ce qui est, comme je l'ai montré dans mon Mémoire *Sur les intégrales de première espèce*, la condition né-

cessaire et suffisante pour que les coordonnées d'un point d'une surface s'expriment par des fonctions abéliennes.

» D'ailleurs, sans aucune condition supplémentaire, il se trouvera que

$$z = \frac{\partial y}{\partial u}, \qquad t = \frac{\partial^2 y}{\partial u^2},$$

et, par suite, le problème posé est entièrement résolu. »

PHYSIQUE GÉNÉRALE. — *Les relations réciproques des grands agents de la Nature*. Note de M. **Émile Schwœrer**, présentée par M. Faye.

« Dans sa Revue *Gaea* ou *Natur und Leben*, M. A. Klein, le savant astronome de Cologne, a donné une analyse de deux travaux récents, l'un de M. Hirn, l'autre de M. Clausius. Cette analyse m'a semblé en tous points digne d'être traduite en français. C'est de cette traduction que j'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie.

» Prenant pour point de départ l'exposé fait par M. Clausius dans son discours de réception comme recteur de l'Université de Bonn, et puis examinant attentivement le travail plus récent publié par M. Hirn, sous le titre de *la Notion de Force*, M. Klein signale dans ces deux œuvres deux étapes caractéristiques dans la Philosophie scientifique moderne.

» M. Clausius fait ressortir la différence qui existe entre les idées qu'on avait anciennement en Physique sur les agents de la Nature, tels que la chaleur, l'électricité, la lumière, etc., et celles qui, par suite des progrès de la Science, s'y sont substituées; sans méconnaître la parenté entre ces agents, il appuie sur le caractère erroné de certaines expressions qui se sont introduites dans le langage; il montre combien sont impropres les termes de *transformation de la chaleur en électricité* et *d'électricité en chaleur*, etc., etc. En examinant les faits, il arrive de proche en proche à formuler une Proposition très importante, à savoir : qu'on peut très probablement expliquer la propagation de la chaleur rayonnante et de la lumière par une action des forces électriques, et que, par conséquent, on doit substituer, à l'ancien *éther* dont on remplissait l'Espace et les corps, l'électricité elle-même.

» D'après M. Clausius, les Sciences physiques en seraient arrivées à ce

point fondamental, qu'outre la Matière pondérable, il n'existerait qu'une seule substance particulière et que l'ensemble des phénomènes trouveraient leur explication à l'aide de mouvements variés de cette substance.

» Passant ensuite à l'examen de « la notion de Force », M. Klein pense que M. Hirn a fait un pas de plus en considérant la Force, prise en général, comme une classe d'Éléments spécifiquement distincts de la Matière dite pondérable, en établissant que l'électricité, la chaleur, les anciens impondérables de la Physique, en un mot, sont, non pas des espèces particulières de matière, ou des véhicules de force, mais des Forces proprement dites, formant une classe commune avec la cause de la gravitation, par exemple. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Saturation de l'acide arsénique normal par l'eau de chaux et par l'eau de strontiane.* Note de M. **Ch. Blarez**, présentée par M. Berthelot.

« L'eau de chaux ou l'eau de strontiane versée dans de l'acide arsénique normal en solution diluée se comporte de la façon suivante : ces réactions donnent lieu en même temps à des dégagements de chaleur que nous avons notés. Les nombres que nous allons indiquer sont ceux obtenus en s'arrangeant de manière à avoir un équivalent de sel formé, dissous ou en suspension dans environ 50^{lit} de liquide au minimum.

» 1° Pour une molécule d'acide, $1^{éq}$ de chaux ajouté donne un dégagement de chaleur égal à $14^{Cal},5$; et $1^{éq}$ de strontiane, $14^{Cal},17$. Cette saturation partielle est nettement accusée par le virage de la cochenille, un peu moins bien que celui de l'hélianthine (méthylorange) qui est plus progressif.

» 2° Pour 1^{mol} d'acide, $2^{éq}$ de chaux donnent 27^{Cal}; $2^{éq}$ de strontiane, $26^{Cal},5$; cette seconde saturation partielle est assez bien accusée par le virage du phénol phtaléine.

» 3° Pour 1^{mol} d'acide, $3^{éq}$ de chaux dégagent $29^{Cal},52$ ($1^{éq}$ de sel dans 60^{lit}); $3^{éq}$ de strontiane, $30^{Cal},38$ ($1^{éq}$ dans 50^{lit}). L'arséniate précipité possède une composition un peu variable, mais voisine de l'arséniate tribasique ($2^{éq},90$ à $2^{éq},98$ de base pour 1^{mol} d'acide).

» 4° Pour 1^{mol} d'acide, $4^{éq}$ de chaux donnent $29^{Cal},80$ ($1^{éq}$ dans 80^{lit}); $4^{éq}$ de strontiane, $31^{Cal},41$ ($1^{éq}$ dans 50^{lit}. L'arséniate qui se forme est légère-

ment basique; par des lavages successifs, il est ramené rapidement à la composition normale.

» 5° Pour 1^{mol} d'acide, $5^{éq}$ de chaux dégagent $30^{Cal},05$ ($1^{éq}$ dans 100^{lit}). L'arséniate ainsi formé présente une composition variable. Nous avons trouvé que, pour 1^{mol} d'acide, il y avait de $3^{éq},20$ à $3^{éq},45$ de chaux absorbée suivant les cas. Le précipité lavé jusqu'à neutralité du liquide filtré présente alors la composition de l'arséniate tricalcique. Mêmes résultats avec la strontiane, et avec des quantités de bases supérieures à celle de $5^{éq}$ pour une molécule.

» 6° En résumé, les chaleurs observées dans ces neutralisations sont les suivantes :

	Chaleur dégagée par	
	la chaux.	la strontiane.
	Cal	Cal
Premier équivalent......	14,5	14,17
Deuxième équivalent.....	12,5	12,33
Troisième équivalent....	2,52	3,88
Quatrième équivalent....	0,28	1,03
Cinquième équivalent....	0,25	»

» La facile dissociation des arséniates basiques de chaux et de strontiane différencie ces composés de ceux formés dans les mêmes conditions avec l'acide phosphorique normal.

» La baryte se comporte d'une manière toute spéciale. Nous donnerons bientôt les résultats de nos expériences. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude des alcaloïdes.* Note de M. **Oechsner de Coninck.**

« J'ai montré récemment (*Comptes rendus*, séances du 21 juin et du 5 juillet 1886) que les iodométhylates, iodéthylates, etc. des alcaloïdes pyridiques donnaient lieu, en présence de la potasse, à des réactions colorées d'une grande sensibilité.

» Si l'on prépare l'iodométhylate de pipéridine (qui est, comme on sait, l'hexahydrure de pyridine) et qu'on le traite, comme cela a été fait pour l'iodométhylate de pyridine, *on n'observe aucune réaction colorée*. Voilà donc un moyen très simple de distinguer un alcaloïde pyridique de son hexahy-

drure, et l'on pourrait, sans aucun doute, établir une différence du même ordre entre la cicutine et la collidine qui lui correspond (*conyrine*).

» Je n'avais pas à ma disposition d'échantillon de conyrine, mais je me suis assuré que les iodométhylates de cicutine pure et de cicutine commerciale ne fournissaient pas de réactions colorées en présence de la potasse; tout au plus, ai-je remarqué que les solutions alcooliques chaudes de ces iodométhylates prenaient une teinte ambrée. Jamais la coloration rouge n'a paru, et cela quelle que fût la proportion de lessive alcaline employée. Avec les différentes collidines que j'ai eues entre les mains, la réaction a toujours été, au contraire, très sensible.

» J'ai étudié ensuite l'aniline et ses homologues supérieurs; les toluidines sont, en effet, isomériques avec les lutidines, les xylidines avec les collidines, etc. Les iodométhylates d'aniline, d'orthotoluidine, de métaxylidine, ont été dissous à chaud dans l'alcool, puis traités par quelques gouttes de potasse en lessive. Aucune coloration rouge ne s'est manifestée. La réaction décrite permet donc aussi de distinguer les alcaloïdes pyridiques d'avec leurs isomères aromatiques.

» Une autre réaction fournit un second caractère différenciel entre les alcaloïdes pyridiques et leurs hexahydrures d'une part, leurs isomères aromatiques d'autre part : si l'on additionne l'iodométhylate d'un alcaloïde pyridique de quelques fragments de potasse caustique, puis de la quantité d'eau nécessaire pour faire masse pâteuse, et que l'on chauffe, il se développe une odeur spéciale, caractéristique, due à la formation de dihydrures pyridiques (M. Hofmann).

» J'ai traité de la même manière les iodométhylates de pipéridine, de cicutine, d'aniline, d'orthotoluidine, de métaxylidine, etc.; l'odeur qui prend naissance rappelle tout à fait celle de la base primitive, et n'a aucune analogie avec l'odeur d'une dihydropyridine.

» Ainsi, l'on connaît aujourd'hui deux réactions sensibles, faciles à reproduire, appelées, si je ne me trompe, à rendre des services dans la diagnose des divers alcaloïdes et des différentes bases que je viens de passer en revue. »

CHIRURGIE. — *Des greffes osseuses dans les pertes de substance étendues du squelette.* Note de M. **A. Poncet**, présentée par M. Vulpian.

« Dans les inflammations aiguës des os longs (ostéo-périostite phlegmoneuse, ostéo-myélite infectieuse) chez les jeunes sujets, on observe fré-

quemment des nécroses étendues emportant une longueur plus ou moins grande du squelette. Parfois la diaphyse est nécrosée dans sa totalité; à l'avant-bras, à la jambe plus particulièrement, la diaphyse tibiale et son épiphyse inférieure peuvent être complètement détachées.

» Lorsque le malade survit, la solution de continuité qui succède à l'extraction d'un tel séquestre demande plusieurs mois pour se combler, le résultat définitif est variable.

» Le périoste a-t-il été conservé lors de l'ablation de l'os nécrosé, n'a-t-il pas été détruit par l'inflammation sur une trop grande hauteur, des masses osseuses se forment, un os nouveau se reproduit, rappelant plus ou moins par sa forme, son volume, sa solidité, la portion du squelette enlevée.

» Les cas ne sont pas rares où, pour une raison ou pour une autre, les propriétés ostéogéniques de la gaine périostale ne vont pas jusqu'à la formation d'un tissu osseux solide, pouvant, au point de vue fonctionnel, rendre des services. Parfois, diverses observations en témoignent, il n'y a aucune régénération osseuse, un cordon fibreux d'épaisseur variable remplace l'os détruit et l'usage du membre est des plus gravement compromis.

» J'ai pensé qu'il serait possible, en pareil cas, de reconstituer le squelette absent, d'aider à la formation d'un os nouveau par des greffes osseuses faites dans des conditions bien déterminées dont on ne s'était point encore préoccupé.

» Les expériences de M. Ollier et d'autres physiologistes, l'observation de Mac Ewen, avaient démontré que des fragments osseux peuvent se greffer dans les tissus et y vivre sans être résorbés; mais il ne semblait pas que ces recherches dussent recevoir une application thérapeutique. Ce n'est point, en effet, ainsi qu'on l'avait fait jusqu'à ce jour, après la cicatrisation de la plaie, quand l'os est remplacé par un tissu fibreux, que l'on doit compter sur les greffes osseuses; les conditions de vitalité des fragments transplantés sont alors précaires, le plus souvent ils ne s'enkystent pas et sont entraînés par la suppuration.

» Il n'en est pas de même quand on agit sur un autre terrain, lorsqu'on a recours aux greffes pendant toute la durée de la réparation de la plaie, quand des bourgeons charnus, bien vasculaires, peu suppurants, partent du fond, des bords de la solution de continuité qu'ils tendent à combler. Les fragments transplantés se trouvent alors dans un véritable milieu ostéogénique; en contact avec des bourgeons appelés à l'ossification, ils

sont mieux à même de se nourrir, de se greffer, et de contribuer à la formation d'un os solide.

» J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie l'observation d'un malade chez lequel j'ai obtenu par des greffes osseuses, après une nécrose du tibia droit, un os solide, volumineux, reproduisant dans sa forme l'os ancien et permettant l'usage du membre, c'est-à-dire la marche.

» Il s'agit d'un enfant, âgé de onze ans, à qui j'enlevai, au mois de mars dernier, tout le tibia droit, moins le plateau articulaire supérieur, représenté par le cartilage diarthrodial et une mince couche de tissu spongieux. Le péroné était sain. L'ostéomyélite infectieuse qui nécessitait une telle intervention avait débuté au mois de février précédent par la zone juxta-épiphysaire inférieure et s'était accompagnée d'accidents généraux les plus graves.

» Le séquestre solide, formant une seule pièce, mesurait $0^m,25$; si l'on tient compte de la hauteur des épiphyses détruites, le squelette nécrosé enlevé mesurait environ $0^m,30$.

» Le périoste épaissi fut détaché avec soin; il était conservé en tant que gaine sur une longueur de $0^m,15$ à $0^m,16$. Un mois après l'opération, le malade étant apyrétique, les bourgeons de belle apparence, je fis aux deux extrémités de la plaie une première tentative de greffes. Les fragments osseux provenaient d'un nouveau-né qui était mort d'asphyxie une heure auparavant dans une présentation du siège. (La mère et l'enfant ne présentaient aucune tare pathologique.) Ils mesuraient $0^m,007$ à $0^m,008$ de longueur sur $0^m,003$ à $0^m,004$ d'épaisseur et avaient été détachés avec un bistouri, en laissant le périoste en place, des extrémités spongieuses du tibia et du péroné. Je transplantai également deux moitiés de tibia et de péroné comprenant toute leur longueur.

» Les fragments furent mis en contact avec les bourgeons par leur face spongieuse et dans la plus grande étendue possible.

» Pansement antiseptique, attelle plâtrée immobilisant le membre.

» Le pansement est renouvelé douze jours après. Sur les huit greffes, cinq sont adhérentes aux bourgeons sous-jacents; le périoste qui les recouvre a une teinte rosée, vasculaire; trois d'entre elles sont mobiles, nécrosées. Quant aux deux moitiés de tibia et de péroné, elles ne sont adhérentes par aucun point.

» Suppuration peu abondante de la plaie, épidermisation sur les bords, induration fibreuse, commencement d'ossification de la gaine périostique vers sa partie moyenne; aux deux extrémités, travail de réparation beaucoup moins accusé.

» Le même jour, ne pouvant disposer d'un squelette humain, je tuai, quelques minutes avant le pansement, un jeune chevreau; j'empruntai aux extrémités supérieures et inférieures des tibias, des péronés, neuf fragments. Trois étaient des tranches osseuses de $0^m,012$ à $0^m,015$ de largeur, épaisses de $0^m,002$ à $0^m,003$, taillées dans le tissu spongieux des portions juxta-épiphysaires, sans périoste; six provenaient des mêmes régions, ils étaient recouverts de leur périoste; quatre d'entre eux mesuraient $0^m,007$ à $0^m,008$ sur $0^m,003$ à $0^m,004$ d'épaisseur, deux avaient $0^m,015$ environ et $0^m,005$ à $0^m,006$ d'épaisseur. Onze jours après, le pansement fut changé. Des greffes sans périoste, deux s'étaient nécrosées; la troisième était adhérente, vasculaire; en essayant de la détacher on faisait saigner les bourgeons sous-jacents.

» Des quatre fragments osseux de $0^m,007$ à $0^m,008$, trois étaient adhérents par toute leur surface de contact; il n'en était pas de même des fragments plus volumineux, leur périoste s'était mortifié, ils avaient une coloration grisâtre; l'un deux, adhérent par quelques points, fut laissé en place. Quant aux greffes humaines, encore reconnaissables, elles étaient encastrées par les bourgeons avec lesquels elles faisaient corps. Les pansements furent renouvelés en moyenne tous les huit jours; les greffes furent, après quelque temps, complètement englobée par les bourgeons; l'une d'elles a été expulsée en partie sous forme d'un petit séquestre.

» Les greffes animales ne m'ont pas paru se résorber. La réparation a été plus lente à se faire aux deux extrémités de la plaie; là où la gaine périostique faisait défaut et où par cela même j'avais cru devoir placer des greffes, elle n'était complète qu'au cinquième mois.

» Aujourd'hui, six mois après l'opération, l'enfant présente sur la face interne de la jambe droite une cicatrice de $0^m,005$ à $0^m,006$ de largeur, longue de $0^m,20$. Dans toute la longueur, on sent une masse osseuse solide, résistante, que l'on délimite aisément. Ce tibia de nouvelle formation mesure $0^m,30$, celui du côté sain $0^m,33$; sa largeur est à la partie moyenne de $0^m,04$ et de $0^m,05$ environ aux deux extrémités. L'enfant se sent fort de la jambe droite, il peut se tenir sur le pied malade et commencerait à marcher avec un tuteur prenant son point d'appui sur l'ischion, si le repos ne paraissait encore nécessaire pendant un certain temps.

» Les développements dans lesquels je viens d'entrer me permettent de présenter les considérations suivantes :

» Dans les pertes de substance étendues du squelette, traumatiques mais surtout spontanées, devant compromettre l'usage d'un membre, on essayera comme moyen thérapeutique les greffes osseuses.

» Les fragments devront être petits, ne guère dépasser $0^m,008$ à $0^m,010$ comme longueur et $0^m,003$ à $0^m,004$ d'épaisseur.

» Ils devront être empruntés de préférence aux parties du squelette où l'ossification est le plus active, aux régions juxta-épiphysaires voisines du cartilage d'accroissement; ils comprendront le périoste.

» Toutes les fois que la chose sera possible, on utilisera le squelette de nouveau-nés, d'enfants. On pourra également se servir de greffes empruntées à de jeunes animaux.

» Le terrain, au point de vue de la réussite des greffes, joue un rôle important. En contact avec des bourgeons appelés pour la plupart à l'ossification, elles trouvent des conditions particulières de nutrition qui assurent leur vitalité. Elles exercent probablement en plus une action de présence qui réveille dans les tissus voisins des propriétés ostéogéniques.

» Une immobilisation parfaite et de grandes précautions antiseptiques sont nécessaires. »

ZOOLOGIE. — *Sur le genre* Entione *Kossmann.*
Note de MM. **A. Giard** et **J. Bonnier.**

« Nous avons découvert à Concarneau, dans les *Porcellana longicornis* de la baie de la Forest, un *Entoniscus* fort voisin de ceux rencontrés par Fritz Mueller dans les Porcellanes de la côte du Brésil. L'étude de cette espèce, que nous nommons *Entoniscus Muelleri*, justifie la division du genre proposée par Kossmann. Le nom d'*Entoniscus* étant réservé aux espèces parasites des Porcellanes, les *Entoniscus* des Crabes constituent le genre *Entione*.

» Presque toutes les espèces de Crabes de nos côtes paraissent renfermer un *Entione*, et l'observation suivie de ces parasites démontre que non seulement ils sont spécifiquement distincts, mais qu'ils constituent un certain nombre de sous-genres parallèles aux genres de Crustacés sur lesquels ils vivent.

» Bien que le mâle et l'embryon fournissent d'excellents caractères pour l'établissement de ces divisions, nous emploierons de préférence les caractères tirés de la femelle adulte, dont la valeur pratique est incontestablement beaucoup plus grande. Nous distinguerons les trois coupes suivantes :

» I. *Grapsion.* — Deux bosses ovariennes ventrales médianes, deux latéro-dorsales antérieures et deux latéro-dorsales postérieures; cinquième paire de lamelles incubatrices fortement développée; quatre petits tubercules dorsaux placés vers le milieu de la région thoracique, en arrière des bosses latéro-dorsales antérieures et au-dessus de la première ventrale. Type : *Grapsion Cavolinii*, parasite de *Pachygrapsus marmoratus* (Le Pouliguen, Naples).

» II. *Portunion.* — Deux bosses ovariennes ventrales médianes, deux latéro-dorsales antérieures; cinquième paire de lames incubatrices fortement développée; pas de tubercules dorsaux. Type : *Portunion Mœnadis* parasite de *Carcinus Mœnas* (Wimereux, Fécamp, Concarneau, Naples). Appartiennent au même groupe : *P. Kossmanni*, parasite de *Platyonychus latipes* (Wimereux); *P. Salvatoris* Kossmann, parasite de *Portunus arcuatus* (Concarneau, Naples); *P. Fraissii*, parasite de *Port. holsatus* (Wimereux); *P. Moniezii*, parasite de *Port. puber* (Le Pouliguen).

» III. *Cancrion.* — Pas de bosses ovariennes ventrales, bosses latéro-

dorsales antérieures rudimentaires; quatre gros tubercules dorsaux placés immédiatement derrière le *cephalogaster;* première paire de lames incubatrices élégamment repliées sur le bord de la partie antérieure; la seconde et la cinquième souvent couvertes à leur base d'épaississements papillaires; la cinquième peu développée. Appartiennent à ce groupe : *Cancrion floridus* nov. spec., parasite de *Xantho floridus* (Concarneau), et *Cancrion miser* nov. spec., parasite de *Pilumnus hirtellus* (Wimereux). L'*Entoniscus cancrorum* F. Müller des *Xantho* de la côte du Brésil rentre probablement dans cette division.

» Nous avons, dans des publications antérieures, esquissé l'histoire des deux premiers sous-genres. Il nous reste à définir plus complètement la troisième division. Le *Cancrion floridus* et le *C. miser* paraissent très rares. Le premier se trouve une fois sur 300 *Xantho* environ. Nous avons rencontré cinq exemplaires du second sur 1061 *Pilumnus.* Comme tous les autres *Entione,* ils infestent surtout les Crabes jeunes, le parasite arrivant à maturité au moment où le Crabe lui-même devrait être mûr pour la reproduction. L'enveloppe externe (appartenant au Crabe) qui recouvre le parasite se chitinise rapidement et présente un aspect jaunâtre au lieu de rester transparente comme chez les *Portunion* et les *Grapsion.* L'absence de bosses ovariennes ventrales et latérales donne au corps une forme plus cylindrique; la portion épimérique des lamelles abdominales est aussi moins développée; le pygidium est terminé par deux pointes divergentes assez longues, au lieu de former un sommet conique mousse comme dans les autres *Entione.*

» L'organisation interne diffère peu de celle des *Entione* typiques. Au *cephalogaster* fait suite un renflement intestinal dont la cavité est occupée par une sorte de *typhlosolis* dorsal à revêtement chitineux laissant au-dessous de lui, sur une coupe transversale, une étroite lumière en croissant. La paroi de cette lumière et celle du *typhlosolis* sont garnies de longs poils chitineux. Derrière ce renflement et tout à fait contre la paroi du corps, une seconde dilatation ovoïde du tube digestif, puissamment musculaire, présente des mouvements de contraction rythmique qui pourraient la faire prendre pour le cœur, si ce dernier n'était parfaitement visible avec ses quatre valvules beaucoup plus bas à la naissance de l'abdomen.

» Le mâle diffère de celui des autres sections par son aspect plus grêle. Le dernier article des pattes thoraciques est couvert d'une brosse épaisse de poils courts; le septième anneau (anneau génital) présente deux éminences latérales ventrales correspondant aux ouvertures des canaux défé-

rents. Les anneaux de l'abdomen sont dépourvus de crochets médians, mais ornés d'un cercle de petites granulations chitineuses. Le pygidium se termine non par deux crochets, mais par des lames aplaties, hérissées d'épines.

» Les Sacculines du *Xantho* et du *Pilumnus* sont trop rares pour que nous ayons pu observer entre ces parasites et les *Cancrion* une coïncidence analogue à celle que nous avons signalée entre *Portunion Mœnadis* et *Sacculina carcini*, et entre *P. Salvatoris* et la Sacculine du *Port. arcuatus*. Mais nous avons découvert dans *Pilumnus hirtellus* un joli Bopyrien du genre *Cepon,* pas très rare à Wimereux, et un de nos *Entione* se trouvait dans un Crabe qui portait également ce Bopyrien.

» L'étude embryogénique du genre *Entione* est, on le conçoit, fort pénible. Il est certain que les embryons mènent une existence libre assez longue, pendant laquelle il est difficile de suivre leurs transformations. Ces embryons se dirigent avec énergie du côté de la lumière. On peut donc présumer que l'infection des Crabes se fait pendant la nuit. Les premières phases de la déformation de la femelle nous ont échappé jusqu'à présent; mais nous avons observé un stade fort curieux de l'évolution du mâle.

» Le *Portunion Kossmanni* est, comme nous l'avons déjà indiqué, une espèce grégaire. On trouve parfois dans un seul *Platyonychus* quatre *Portunion*, les uns droits, les autres gauches. Or, lorsque plusieurs *Entione* infestent un même Crabe, il arrive souvent que tous ne prennent pas un égal développement et que certains d'entre eux, placés dans leur hôte d'une façon anormale, vieillissent et grandissent en conservant longtemps quelques caractères embryonnaires. C'est ce qu'on observe notamment chez *P. Mœnadis* pour les individus qui se trouvent sur le cœur du *C. Mœnas*, au lieu d'être disposés en U sous le cœur et sous le tube digestif du Crabe. Le mâle peut, comme la femelle, présenter ce retard dans le développement. Dans un *P. Kossmanni* qui portait un mâle normal, nous avons rencontré un autre individu du même sexe, mais moins développé, qui présentait absolument les caractères d'un mâle de *Cryptoniscus*. Les caractères tirés des épimères thoraciques rapprochaient même beaucoup ce petit être des mâles de *Cryptoniscus pygmœus* Rathke. Mais l'étude que nous avons faite d'autres types de la famille des Bopyriens nous permet de généraliser cette observation et de dire que les mâles des divers genres de la famille passent par un stade *Cryptoniscus,* constatation qui n'est pas sans importance au point de vue de la phylogénie de ce groupe encore si peu connu d'Isopodes dégradés. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur le vol plané.* Note de M. DE SANDERVAL.

« Les expériences de vol plané dont j'ai eu l'honneur de soumettre les résultats à l'Académie ont été faites avec des appareils très simples que je décrirai ici brièvement.

» Le vol des oiseaux, des mouches ou des insectes, qui nous offre des exemples à suivre, est difficile à étudier par l'observation directe; mais les travaux de M. Marey en ont montré d'abord et puis mesuré les phases successives. Ce sont ces belles études qui m'ont guidé dans mes expériences. Je n'entrerai donc pas autrement dans la discussion des dispositions adoptées et n'indiquerai que les faits.

» Mon premier appareil était composé de deux ailes de 6^m de long, soit 12^m d'envergure, sur 4^m de large. Ces ailes étaient formées de toile, de bambous et de bras en bois. La toile, divisée en lames parallèles de $0^m,12$ de large et perpendiculaires à l'axe dorsal, convenablement retenues et recouvertes d'un réseau tendu, s'ouvrait pendant la remontée comme l'aile de l'oiseau, dont chaque plume oscille autour de l'axe longitudinal qui la partage en deux bandes d'inégales surfaces.

» Debout sur une planchette et attaché par des bretelles à une tige centrale, je pouvais, en dépliant ou repliant les jambes, donner avec facilité un maximum d'effort. Dans cet appareil, qui fonctionnait bien, je n'ai pu constater qu'un fait, c'est que l'homme ne peut développer assez de force pour s'enlever dans l'air calme. Je renonçai à employer des ailes mobiles.

» J'ai repris le même appareil, mais en remplaçant les ailes par un plan rigide et la toile en persiennes par une toile pleine.

» J'ai fait glisser cet appareil, lesté d'un poids de 80^{kg} et pesant lui-même 45^{kg}, le long d'un câble de 400^m tendu entre deux collines; j'ai constaté que la flèche due au poids de l'appareil était nulle lorsqu'il passait à toute vitesse, tandis qu'elle était de 8^m environ lorsqu'il était arrêté au milieu du câble. Détaché brusquement lorsqu'il était immobile en ce milieu, il tombait d'abord presque verticalement; puis, pendant la deuxième seconde, la progression horizontale augmentait rapidement, tandis que la chute verticale diminuait. Mais le moindre défaut d'équilibre venant à se produire dans la situation respective du centre de gravité et du centre de voilure, le lest inerte accentuait brusquement l'oscillation commencée, et l'appareil venait se briser à terre. Il paraissait évident que,

si l'on pouvait disposer de la position des centres, on régulariserait la course. Je pris alors la place du lest et je suspendis l'appareil à un long câble vertical attaché au milieu du précédent. Disposant ainsi d'un lest intelligent, l'appareil oscillait dans le vent à mon gré, comme je l'ai indiqué dans une première Communication. Sa surface de 28^m suffisait à porter un homme avec une vitesse de chute relativement lente. Dans un courant de vent de 10^m, il m'a enlevé avec mes deux aides et nous a maintenus en l'air tout le temps que nous l'avons orienté de façon à tenir tendue la corde de retenue.

» L'expérience dernière et plus intéressante que je me proposais de faire était basée sur ces divers résultats et sur ce fait qu'un oiseau peut remonter dans l'espace en décrivant une large hélice d'un pas très court ou se maintenir longtemps à la même hauteur sans battre des ailes, à la seule condition d'avoir une vitesse horizontale suffisante relativement à l'air. J'essayai donc un appareil analogue au précédent, mais rond, suspendu à un câble vertical de 200^m, et je lui fis décrire un cercle base d'un cône dont ce câble représentait la génératrice. Dans cette expérience, on a la sensation d'un allègement notable, mais il faudrait un câble beaucoup plus long pour que la base du cône décrit permît à un appareil de quelques mètres de diamètre de prendre l'élan nécessaire et une allure non gênée. Je crois cependant que le sentiment que l'on a d'avoir pris possession de l'espace dans la mesure de la vitesse irrégulière que l'on obtient et l'exemple des oiseaux qui avancent dans l'air sans battre des ailes doivent faire entrevoir le succès du vol plané.

» Si l'homme disposait d'une hauteur de chute illimitée, lui laissant tout le temps de reconnaître son milieu et de s'exercer, il arriverait probablement à se mouvoir à son gré; immobile relativement à l'air, il n'a pas la force de se soulever; mais, placé dans le vent ou animé d'une vitesse horizontale suffisante, il est comme dans un milieu différent et trouve sur l'air un point d'appui assez résistant pour le porter. C'est dans cet équilibre dynamique qu'il rencontrera les conditions d'un vol utile.

» J'ai fait construire et expérimenté, d'après des Notes manuscrites de Biot, un appareil très ingénieux qui devait réaliser ces conditions. Cet appareil, composé de deux grandes ailes portées sur un léger chariot, prenait son élan sur une longue pente asphaltée et s'enlevait assez bien, mais toujours avec cet inconvénient de ne pouvoir prolonger assez l'expérience pour qu'elle fût décisive ; chaque fois, en retombant, l'appareil se brisait. Il me semble qu'un long câble vertical, comme celui que j'indique,

pouvant décrire un cône à base étendue, doit offrir les meilleures conditions d'expérimentation et de succès. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur le parcours des faisceaux dans le pétiole des Dicotylédones*. Note de M. **Louis Petit**, présentée par M. Duchartre.

« Le parcours des faisceaux dans le pétiole peut se ramener à quelques types, ainsi que me l'a montré l'étude de plus de quatre cents Dicotylédones.

» Les faisceaux sont en général disposés symétriquement sur les coupes inférieure et supérieure du pétiole, quelles que soient les anastomoses ou les ramifications qui se produisent dans la longueur de cet organe : j'appelle la première *coupe initiale,* ou simplement *initiale;* la deuxième, *coupe caractéristique,* ou simplement *caractéristique,* parce que, dans bien des cas, elle suffit pour reconnaître la famille d'une plante.

» I. La caractéristique présente un plus ou moins grand nombre de faisceaux isolés, et il en est ainsi dans toute la longueur du pétiole, à part quelques ramifications ou anastomoses qui sont spéciales à certains genres et qui ne rentrent pas dans les cas généraux étudiés aux paragraphes IV et suivants. Il existe généralement un faisceau inférieur impair de chaque côté duquel les faisceaux périphériques sont distribués symétriquement.

» α. Le faisceau inférieur impair n'est guère plus gros que les autres (Crucifères, Ombellifères, Cucurbitacées, etc.).

» β. Le faisceau inférieur est prédominant (Solanées, Personnées, etc.).

» γ. Un grand nombre de Labiées ne présentent pas de faisceau impair (*Phlomys, Salvia*).

» II. La caractéristique présente un anneau libéro-ligneux, et il en est de même dans toute la longueur du pétiole (*Bignonia, Acanthus*).

» III. Les faisceaux isolés à l'initiale peuvent se rapprocher de manière que la caractéristique présente un anneau libéro-ligneux (*Ribes, Heucheria*).

» IV. Rosacées. — Le système libéro-ligneux débute par trois faisceaux qui se soudent plus loin. Chaque faisceau latéral émet, soit avant, soit après sa réunion au faisceau médian, un faisceau latéral qui, à son tour, peut donner naissance à un autre faisceau.

» V. Malvacées, Géraniacées, Oxalidées, Tropéolées. — A l'origine du

pétiole on trouve cinq faisceaux (abstraction faite de petits faisceaux intercalaires). Les deux supérieurs se soudent et il ne reste plus que quatre faisceaux qui tantôt restent isolés (Géraniacées), tantôt s'unissent en anneau (Malvacées).

» VI. Dans les Mimosées, les Césalpiniées, les Légumineuses arborescentes ou frutescentes, les *Viburnum, Cornus*, le système libéro-ligneux débute par trois faisceaux. De chaque faisceau latéral naît un petit faisceau; il en part deux du faisceau médian; ces quatre petits faisceaux, en se soudant deux à deux, donnent naissance à deux faisceaux qui se portent en dessus. Les trois faisceaux primitifs se soudent et forment dans la caractéristique un arc de cercle dont les faisceaux supérieurs occupent la corde.

» VII. Cupulifères. — Le système libéro-ligneux peut se composer, dans l'initiale, de faisceaux isolés qui, plus loin, se réunissent en arc de cercle, ou bien débuter immédiatement par un arc. Tantôt il reste à cet état, et offre dans la caractéristique la forme d'un U (*Betula*). Tantôt les extrémités de l'arc se recourbent en dedans, se soudent et se séparent de la portion principale, de manière que la caractéristique présente un anneau avec faisceau intra-médullaire dont le bois est supérieur (*Quercus*). Tantôt les extrémités de l'arc se recourbent en dehors et, par un processus analogue au précédent, il se produit un anneau surmonté d'un faisceau dont le bois est supérieur (*Alnus*).

» VIII. Salicinées. — Chez les *Salix*, on trouve dans l'initiale trois faisceaux qui plus haut se recourbent pour former trois cercles ; ceux-ci se rapprochent et se fusionnent en un anneau.

» Dans le *Populus*, le début est le même; mais les trois cercles, en se segmentant, donnent naissance à trois autres cercles supérieurs. Les cercles inférieurs se soudent en un seul anneau, comme dans les *Salix ;* les trois cercles supérieurs, en se fusionnant et en se segmentant, donnent naissance à deux autres anneaux, de façon que la caractéristique présente trois anneaux placés les uns au-dessus des autres.

» Juglandées. — Le parcours des faisceaux dans le *Juglans* est semblable à celui des *Salix*. La caractéristique n'en diffère que par la présence d'un faisceau supérieur dont le bois est inférieur.

» IX. Le système libéro-ligneux du *Platanus* offre une disposition très curieuse, mais trop compliquée pour être décrite dans cette Note.

» X. Dans le *Cercis Siliquastrum*, le système libéro-ligneux se compose à l'origine de trois faisceaux qui se soudent pour former un an-

neau. Cet anneau en se segmentant produit un cercle plus petit, supérieur. Puis l'anneau se fragmente en trois ellipses ; le cercle supérieur se partage en deux cercles qui finissent par se fusionner avec les ellipses latérales, tandis que l'ellipse médiane s'ouvre à la partie supérieure. La caractéristique présente donc deux faisceaux annulaires latéraux et un faisceau médian en forme d'U.

» En terminant, je ferai remarquer qu'en général, dans le pétiole des plantes herbacées, les faisceaux restent isolés, tandis que dans les plantes ligneuses ils ont une tendance à se souder. »

NOSOLOGIE VÉGÉTALE. — *Raisins malades dans les vignes de la Vendée.* Note de M. **Prillieux**, présentée par M. Duchartre.

« Les vignes de la Vendée ont été fortement attaquées cette année par le Mildew. Les feuilles grillées et couvertes des fructifications du *Peronospora viticola* ne laissaient aucun doute sur la nature de la maladie. On sait aujourd'hui, je l'ai établi il y a déjà plusieurs années ([1]), que le *Peronospora* n'attaque pas seulement les feuilles des Vignes, mais qu'il peut envahir aussi les raisins et causer la désorganisation et la chute des grains. Il paraissait donc n'y avoir pas lieu de s'étonner si l'on signalait en Vendée, cette année, le dessèchement, le grillage et la chute des grains dans une grande proportion. Les grains désorganisés par le *Peronospora* contiennent dans leur chair des filaments du mycélium très nettement caractérisé de ce parasite. Ces filaments ne sont jamais cloisonnés; tantôt dilatés, tantôt étroits, ils ont un aspect tout particulier; en outre, ils sont couverts de petits suçoirs globuleux qu'ils enfoncent dans les cellules entre lesquelles ils rampent et que l'on peut très aisément voir dans la pulpe des grains malades. Les grains des raisins que je reçus de Vendée avaient bien à peu près l'aspect de ceux qu'a envahis le *Peronospora*, mais à leur intérieur je trouvai un mycélium à filaments cloisonnés, dépourvu de suçoirs et complètement différent de celui du *Peronospora*. Il me parut ressembler beaucoup plus au mycélium du *Phoma uvicola*, le parasite du Rot noir ou *Black Rot* des Américains que je venais d'étudier au pied des Cévennes, dans les environs de Ganges, où il a été découvert l'an dernier par MM. Viala et

---

([1]) Rapport au Ministre de l'Agriculture, 14 août 1882 (*Bulletin du Ministère de l'Agriculture*, 2e année, p. 54).

Ravaz; mais j'ai pu me convaincre aisément que la maladie des raisins de Vendée diffère essentiellement du Black Rot comme du Mildew.

» Les grains attaqués par le Black Rot prennent, quand ils se dessèchent, une teinte noire bleuâtre et sur un certain nombre d'entre eux on voit se former de petites pustules noires qui sont les conceptacles du *Phoma uvicola*. Ces conceptacles, très fins, très nombreux, couvrent toute la surface de la peau à laquelle ils donnent un aspect chagriné. En examinant les grappes en partie desséchées des Vignes malades de Vendée, je ne tardai pas à trouver un certain nombre de grains ayant aussi un aspect chagriné et tout couverts de conceptacles d'une sorte de *Phoma;* mais ces conceptacles, au lieu d'être noirs, étaient incolores et la couleur des grains séchés qui les portaient était d'un brun pâle et terreux. En outre, les spores qui sortaient de ces conceptacles prenaient une teinte brune en arrivant à maturité, caractère qui devait faire rapporter ces petits parasites au genre *Coniothyrium*. C'était bien, en effet, le *Coniothyrium Diplodiella* Sacc. (*Phoma Diplodiella* Speg.) qui couvrait ces grains malades. Parfois les fructifications du parasite se forment déjà sur les grains encore pleins et juteux, avant qu'ils commencent à se dessécher. On peut alors fort aisément examiner les filaments de son mycélium répandus dans la chair du grain. Ils sont cloisonnés, ramifiés et ordinairement remplis d'un plasma dense, contenant des granulations ou de fines gouttelettes en abondance. Ils m'ont paru identiques à ceux que j'avais déjà observés sur des grains altérés qui ne portaient pas de fructifications de *Coniothyrium* et où j'avais en vain cherché le mycélium du *Peronospora viticola*.

» En parcourant les champs de Vignes où la maladie m'avait été signalée en Vendée, je fus frappé de voir que les raisins non seulement contenaient souvent le tiers ou même la moitié de leurs grappillons entièrement desséchés et grillés, tandis que l'autre partie demeurait verte, mais encore que, dans bien des cas, des grappes entières, même quand elles ne contenaient qu'un petit nombre de grains altérés, se détachaient d'elles-mêmes ou au contact de la main à peu près comme une poire mûre : on les trouvait ridées et pourrissant sur le sol au pied des ceps.

» En examinant le tissu du pédoncule des grappes tombant ainsi spontanément, j'ai constaté qu'il était profondément altéré; on y voyait une sorte de tache brune, déprimée, s'étendant plus ou moins loin et ressemblant assez aux taches que produit le *Phoma uvicola*, quand il attaque les rafles des raisins ou les jeunes pousses des Vignes, mais absolument dépourvues de conceptacles. Les ramifications des rafles portant des grappillons grillés

et des raisins malades étaient altérées d'une façon semblable et même déjà entièrement desséchées. A l'intérieur du parenchyme cortical, dont les cellules étaient brunes et mortes, j'ai observé de nombreux filaments d'un mycélium cloisonné et qui m'a paru offrir les mêmes caractères que celui que j'avais observé déjà dans les grains couverts de conceptacles du *Coniothyrium*. Je crois donc pouvoir admettre, même en l'absence de fructifications de ce Champignon sur les pédoncules et sur les ramifications de la rafle, que c'est le même parasite qui envahit la rafle et la désorganise, pénètre dans les grains, en produit la décomposition, le dessèchement et la chute, et va fructifier à leur surface; en un mot, que c'est au *Coniothyrium Diplodiella* que sont dus le grillage et la chute des raisins que j'ai observés en Vendée.

» Je ne pense pas, du reste, que l'altération des raisins que je viens d'étudier soit une maladie nouvelle récemment introduite en France, comme le Black Rot des Américains. Le *Coniothyrium Diplodiella*, découvert par Spegazzini dans des vignes de la Haute-Italie, a déjà été observé dans le département de l'Isère, par MM. Viala et Ravaz, sur des grappes qui, à leur avis, s'étaient flétries à la suite d'une longue sécheresse. En Vendée aussi, on a pu attribuer à la chute prématurée des feuilles, due au Mildew et à une température brûlante, la dessiccation et le grillage des grappes envahies par le *Coniothyrium;* il en a été de même, sans doute, maintes fois et en bien d'autres points où l'on n'a jamais été chercher si, dans les grappes qui se flétrissent, ne se trouve pas le mycélium d'un Champignon parasite et où l'on s'est contenté d'attribuer le mal à la grande ardeur du soleil. »

GÉOLOGIE. — *De quelques roches grenatifères du Puy-de-Dôme*. Note de M. **Ferdinand Gonnard**, présentée par M. Damour.

« Avant les études pétrographiques de von Lasaulx sur certaines roches du plateau gneisso-granitique du département du Puy-de-Dôme, on ne connaissait, dans les formations primitives de la basse Auvergne, aucune grenatite; et même, bien que les grenats, et notamment l'almandin et le mélanite soient d'ordinaire assez répandus dans les roches primitives et volcaniques, c'est à peine si, dans leurs Ouvrages, les anciens géologues avaient, en passant, mentionné l'existence de ces minéraux dans quelques-unes d'entre elles.

» Dans ses *Époques géologiques*, Lecoq déclare que le grenat est très

rare en Auvergne et ne cite guère que quelques cristaux (d'almandin, sans doute) dans le stéaschiste rude de Barbecot, d'après Launoy; dans le granit de Servant, d'après Baudin; dans la même roche, au nord du puy de Chanat, d'après Bouillet. Ce dernier auteur indique l'existence du grenat dans le trachyte du puy Poulet, et ajoute encore que l'Allier roule des galets de gneiss et de granit grenatifère. Si, à ce qui précède, l'on rattache une ancienne observation de l'abbé Vasson sur un gisement grenatifère de Chennaille, près de Saint-Amant-Roche-Savine, on aura fait l'inventaire complet des connaissances des anciens minéralogistes sur ce sujet. Il est vrai que ces derniers faisaient mention de l'existence de cristaux de zircon dans les roches des environs d'Arlane et que divers échantillons de roches des environs d'Arlane, que j'ai trouvés, dans de vieilles collections locales, étiquetés *roches à zircons*, étaient de simples leptynites grenatifères, telles que celles dont on se sert à Beurières pour l'entretien de la route, ou dont on retrouve encore de plus beaux types à Sauvessanges, dans le canton de Viverols. Je dois ces deux indications à M. Gautier-Lacroze fils aîné, de Clermont-Ferrand.

» Von Lasaulx, ayant étudié la roche de Berzet (eurite céroïde de Lecoq), reconnut qu'elle était essentiellement constituée par un mélange compact, *cornéen*, de grenat, de quartz, de feldspath, de hornblende et de chlorite, et lui donna le nom de *grenataphanite*. Analysé par ce savant, le grenat de cette roche a été rapporté par lui à la variété de mélanite, connue sous le nom d'*aplome*.

» Récemment, j'ai constaté, dans les formations granitiques du Forez, la présence d'une véritable éclogite. Cette belle roche se trouve près du petit village de Saint-Clément, canton de Saint-Anthème. Je l'ai observée au voisinage même de cette roche à anorthite et pyroxène, dont j'ai précédemment signalé l'existence (*Comptes rendus*, 17 décembre 1883); elle paraît n'en être qu'un cas particulier. A l'œil nu, cette éclogite se présente comme composée d'un mélange, à proportions sensiblement égales, d'actinote aciculaire vert foncé et de grenat granulaire d'un rouge plus ou moins clair. Dans les vides se sont, çà et là, développés librement d'assez beaux cristaux, de plusieurs millimètres de long, de grenat rouge-groseille, de la forme $b^1 a^2$; ils rappellent par leur couleur et la netteté de leurs faces le grossulaire d'Ala. L'éclogite de Saint-Clément doit au fouillis des aiguilles de l'actinote, enchevêtrées dans tous les sens, un toucher rude analogue à celui qu'offrent les trachytes. Son peu de ténacité ne permet pas de supposer qu'elle ait pu servir à la fabrication de hachettes.

Une autre roche grenatifère, qui, à cet égard, présente un intérêt tout spécial, est celle qu'on rencontre au-dessus de la ville d'Ardes, au sommet de la côte de la Pinnatelle, qu'elle couvre de ses blocs mêlés à des cailloux de gneiss, de basalte et de quelques autres roches. Je l'ai reçue de M. Gabriel Roux, médecin à Ardes, qui, le premier, l'avait observée et en avait recueilli des échantillons qu'il m'adressa. Cette grenatite offre à l'œil nu une structure porphyrique marquée. Au milieu d'une pâte euritique grisâtre, à cassure esquilleuse, se détachent de nombreux grenats de couleur plus ou moins claire, entourés de cette auréole verdâtre de matière amphibolique que Drasche considérait comme caractéristique pour les éclogites, même ne contenant pas de hornblende. Dans certaines parties de la roche, l'amphibole s'est accumulée en masses lamello-fibreuses d'un vert grisâtre; quelques autres semblent, au contraire, presque entièrement formées de grenats agglomérés avec des grains de quartz et de matière verte. La densité de la roche est 3,21. Ce qui donne à cette grenatite un intérêt particulier, c'est la découverte de nombreuses hachettes vertes, plus ou moins riches en grenats, aux environs d'Issoire, avec lesquelles, outre l'analogie de composition minéralogique, elle possède un autre caractère commun, précieux pour les artistes de l'âge de la pierre polie, je veux dire une ténacité considérable.

» M. G. Roux a également découvert, en filon dans le gneiss de la commune d'Apchat, une belle pegmatite, remarquable par de nombreux grenats d'une grande netteté de formes; ils recouvrent les cristaux de feldspath ou de mica, sur le fond clair desquels tranche vivement leur couleur rouge-groseille.

» Si, aux données précédentes, on ajoute que les gneiss de Ternant sont riches en grenats; que les nodules à cordiérite du Capucin en contiennent d'assez fréquents spécimens, ainsi que je l'ai depuis longtemps signalé; que le mélanite s'est rencontré à la grande cascade du Mont-Dore, on reconnaîtra que le groupe important des grenats, soit comme accident minéralogique, soit comme élément constitutif essentiel des diverses grenatites, est largement représenté dans les formations primitives ou volcaniques du Puy-de-Dôme. »

GÉOLOGIE. — *Sur le gîte phosphaté de Beauval (Somme).* Note de M. **Stanislas Meunier.**

« En étudiant l'amas de phosphate de chaux tout récemment découvert à Beauval, près de Doullens (Somme), j'ai été très frappé de son analogie avec le gisement de Mesvin et de Ciply, en Belgique, que j'ai eu la bonne fortune de visiter, il y a peu d'années, sous la conduite de M. Cornet lui-même.

» En Picardie, comme aux environs de Mons, bien que la surface du sol soit sensiblement horizontale, la craie, recouverte par des dépôts plus récents, est ravinée profondément et c'est dans des *poches*, irrégulièrement distribuées, que le phosphate, sableux et jaunâtre, est accumulé. Les poches sont de dimensions diverses, depuis quelques décimètres jusqu'à plusieurs mètres; leurs formes varient aussi. Dans l'exploitation actuellement la plus avancée, on en a trouvé deux, en cônes renversés, de 3^m à 4^m de diamètre, séparés seulement par $0^m,20$ ou $0^m,25$ de craie.

» Leur paroi interne est polie comme celle des marmites et de beaucoup de puits naturels; témoignant ainsi d'une dissolution lente de la roche calcaire par un liquide corrosif, qui ne pouvait être d'ailleurs que de l'eau chargée d'acide carbonique.

» Les matériaux qui remplissent les cavités de la craie y sont strictement ordonnés : sur la roche secondaire est disposé un revêtement parfois fort épais de phosphate de chaux; à l'intérieur de la gaine phosphatée dont la surface supérieure, quoique moins accidentée, est déprimée en cuvette comme celle de la craie, se trouve de l'argile. Celle-ci, colorée par le fer, renferme parfois, à son contact avec le sable de phosphorite, une quantité de phosphate pouvant aller, m'a-t-on dit, jusqu'à 30 pour 100. On y voit aussi des mouches d'acerdèse (oxyde hydraté de manganèse) qui font ressortir très nettement la forme de la surface de jonction. Cette argile, qui rappelle la lithomarge et qu'on ne distinguerait pas du remplissage des portions étroites de tous les puits naturels, constitue à son tour comme une cuvette, moins concave que les précédentes, emboîtée dans le phosphate, comme celui-ci est emboîté dans la craie. Par-dessus se montre la vraie argile à silex ou *bief* de Picardie, qui a nivelé à peu près les irrégularités des masses sous-jacentes et qui supporte les limons superficiels et la terre végétale.

» En certains points, l'épaisseur superposée à la craie, dans l'axe des puits, atteint $14^m,50$.

» On voit, d'après cette constitution, qu'une coupe horizontale menée à une hauteur convenable dans le dépôt donnera, à l'intérieur de la paroi crayeuse, une manche de phosphate, enveloppant une sorte d'axe argileux : c'est rigoureusement ce que fournit l'examen des poches des environs de Mons.

» J'ai dit que l'argile peut, vers sa partie marginale, contenir une proportion notable de phosphate : la craie excavée est, de son côté, toute remplie de petits grains de même nature, et à cet égard elle se rapproche de la craie brune de Ciply, quoique avec moins de richesse, à en juger par les échantillons que j'ai recueillis dans les deux localités. Mais, tandis que l'argile a acquis le phosphate en se déposant, la craie, au contraire, est la source même du minéral aujourd'hui exploité.

» Il est parfaitement certain, en effet, que le phosphate s'est accumulé dans les puits de la craie, au fur et à mesure du creusement de ceux-ci, sous l'influence des agents de corrosion. Cette origine, par voie de dénudation sub-aérienne, est identique à celle qu'il faut attribuer aussi à l'argile à silex, et ne suppose aucune réaction différente de celles dont nous sommes témoins tous les jours. A cet égard, il semble bien établi que les masses crayeuses non phosphatées et riches en silex, d'où dérive le *bief*, étaient, à Beauval, originairement superposées aux couches crayeuses phosphatées. La dénudation, par infiltration descendante d'eau carboniquée, s'est d'abord exercée à leurs dépens; puis les couches phosphatées ont été attaquées à leur tour, et le phosphate, comme précédemment l'argile à silex, est resté en résidu après la dissolution du calcaire. Et c'est comme conséquence nécessaire de cette corrosion successive que se comprend le glissement du cylindre argileux dans l'axe des puits, comme celui des lits de cailloux dans les puits naturels remplis ailleurs de diluvium.

» Reste à savoir comment le phosphate a été amené dans la craie. Dans une publication récente, M. Cornet pense [1] que le phosphate renfermé dans la craie brune de Ciply est d'origine organique, « comme le prouve, » ajoute-t-il, la forte proportion de matière organique azotée qu'il ren- » ferme ». Et l'éminent géologue cite, à l'appui de cette opinion, le fait actuel de l'accumulation périodique sur la côte méridionale de l'Arabie,

(1) *Quarterly Journal of the geological Society of London for August* 1886, p. 325.

de masses considérables de poissons morts dont la substance organique azotée s'incorpore dans les limons. J'ajouterai que l'examen microscopique des grains phosphatés montre qu'ils ont certainement passé par l'état de dissolution dans la masse même de la roche : à Mesvin, en effet, et beaucoup plus encore à Beauval, ces grains reproduisent fréquemment les formes caractéristiques des produits concrétionnés, silex et autres : ce sont souvent des globules presque parfaits à surface lisse, parfois géminés ou accouplés deux à deux, parfois pourvus d'une petite queue, comme des larmes; et l'on pourrait tout d'abord être tenté d'y voir alors des tests de foraminifères. D'ailleurs le phosphate de Beauval diffère de celui de Mons par l'absence presque complète de fragments de coquilles, très nombreux au contraire dans ce dernier.

» Je n'ai pu pousser très loin l'étude stratigraphique, mais il semble évident que la craie phosphatée de Picardie fût plus ancienne que la craie phosphatée de Belgique. Celle-ci, d'après M. Cornet, appartenant au terrain maestrichien, est plus récente que celle de Spiennes, reposant elle-même sur la craie de Nouvelles, qu'il synchronise avec les couches de Meudon. Or à Beauval abonde *Belemnitella quadrata*, c'est-à-dire un fossile antérieur à *B. mucronata*, et qui ne se montre qu'au niveau de Beynes. Du reste, tandis que la craie de Ciply est toute pétrie de fossiles, celle de Beauval n'en montre jusqu'ici qu'un nombre très restreint.

» Le gisement des phosphates de la Somme paraît jusqu'ici peu étendu en surface. C'est à Orville, où la substance précieuse est à $0^{m},50$ du sol, que la première trouvaille a été faite; Terramesnil, Beauquesne et Candas en possèdent aussi. Ces localités sont réparties sur une zone allongée de l'est à l'ouest sur une dizaine de kilomètres, et mesurant 3^{km} ou 4^{km} du nord au sud. Il est possible que de nouvelles découvertes viennent étendre la surface exploitable. »

M. **Dien** adresse à l'Académie le résumé des Notes qu'il a recueillies depuis trente ans sur la « Ventilation à air froid pour les houillères », et qui pourront être consultées par les ingénieurs.

M. L. **Bergeon** adresse une nouvelle Note intitulée : « Injection de médicaments gazeux dans le rectum » (¹).

(¹) *Comptes rendus*, t. CIII, p. 176; 12 juillet 1886.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 11 octobre 1886.

Ministère du Commerce et de l'Industrie. Recueil des travaux du Comité consultatif d'Hygiène publique de France et des actes officiels de l'Administration sanitaire; T. XV (année 1885). Paris, Imprimerie nationale, 1886; in-8°.

Statistique de la France. Nouvelle série; T. XIII : *Statistique annuelle,* année 1883. Paris, Imprimerie nationale, 1886; in-4°. (Deux exemplaires.)

Archives de Médecine et de Pharmacie militaires, publiées par ordre du Ministre de la Guerre; T. VII. Paris, V. Rozier, 1886; in-8°.

Mémoires de la Société académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube; T. XXII, 3e série, année 1885. Troyes, L. Lacroix, 1886; in-8°.

Causes de la détonation des bolides et des aérolithes; par G.-A. Hirn. Paris, Gauthier-Villars, 1886; br. in-8°.

Expériences sur le rôle des palpes chez les Arthropodes maxillés. Deuxième Partie : *Palpes des Myriapodes et des Aranéides; par* F. Plateau. Meulan, impr. de la Société zoologique de France, 1886; br. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 OCTOBRE 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** prévient l'Académie que, la séance publique annuelle des cinq Académies étant fixée au lundi 25 octobre, la séance ordinaire de l'Académie des Sciences est reportée au mardi 26.

MÉCANIQUE. — *Écoulement varié des gaz;* par M. **Haton de la Goupillière**.

« 1. Bien que l'étude de l'écoulement des liquides soit presque exclusivement consacrée au cas du mouvement *permanent*, les géomètres ont réussi cependant à résoudre un petit nombre de questions relatives à l'écoulement *varié;* mais, à ma connaissance, aucune théorie rigoureuse de ce genre n'a encore été traitée en ce qui concerne les gaz. L'objet de la présente Note est de combler cette lacune, et de présenter une solution complète du problème du remplissage progressif des récipients d'air comprimé des tramways ou des locomotives, aux dépens d'un réservoir d'usine maintenu par les compresseurs à une tension constante p_1.

» Désignons à cet effet par V le volume du récipient qui se trouve ori-

ginairement à la pression atmosphérique p_0. Le poids de l'air qu'il renferme à un instant quelconque sera $V\varpi$, si ϖ marque le poids spécifique variable. Pendant un temps élémentaire dt, ce poids s'accroît de $V d\varpi$. D'autre part, si Ω désigne la section de l'orifice, m le coefficient de contraction et u la vitesse, $m\Omega u\,dt$ représentera le volume et $\varpi m\Omega u\,dt$ le poids de l'air qui s'écoule dans le même temps. De là l'égalité

$$V\,d\varpi = \varpi m\,\Omega u\,dt,$$

$$\frac{m\Omega}{V}\,dt = \frac{1}{u}\,\frac{d\varpi}{\varpi} = -\,\frac{1}{u}\,\frac{dv}{v},$$

en appelant v le volume de l'unité de poids. Or u est donné par l'équation de Zeuner, que nous prendrons sous cette forme très simple

$$\frac{u^2}{2g} = \int_p^{p_1} v\,dp.$$

Il vient donc en intégrant et intervertissant les limites, afin de changer le signe,

$$t = \frac{V}{m\Omega\sqrt{2g}} \int_v^{v_0} \frac{dv}{v\sqrt{\int_v^{v_1} v\,\frac{dp}{dv}\,dv}}.$$

Telle est la solution du problème dans toute sa généralité.

» Dans chaque cas spécial, la nature du mouvement devra être définie par une relation connue entre p et v, à l'aide de laquelle on remplacera $\frac{dp}{dv}$ en fonction de v. Le calcul s'achèvera ensuite au moyen d'une double quadrature. J'en présenterai deux exemples fondamentaux, relatifs aux deux hypothèses classiques de l'écoulement *isotherme* et de l'écoulement *adiabatique*.

» 2. Le mouvement isotherme est régi par la loi de Mariotte

$$pv = R(\theta + 273), \qquad p = \frac{R(\theta + 273)}{v},$$

$$\frac{dp}{dv} = -\,\frac{R(\theta + 273)}{v^2}, \qquad v\,\frac{dp}{dv} = -\,\frac{R(\theta + 273)}{v},$$

$$\int_v^{v_1} v\,\frac{dp}{dv}\,dv = R(\theta + 273)\log\frac{v}{v_1},$$

avec un logarithme *népérien*. La seconde intégration donne ensuite

$$\int_v^{v_0} \frac{dv}{v\sqrt{\int_v^{v_1} v\frac{dp}{dv}dv}} = \frac{1}{\sqrt{R(\theta+273)}}\int_v^{v_0}\frac{dv}{v\sqrt{\log\frac{v}{v_1}}}$$

$$= \frac{2}{\sqrt{R(\theta+273)}}\int_{\frac{v}{v_1}}^{\frac{v_0}{v_1}}\frac{d\log\frac{v}{v_1}}{2\sqrt{\log\frac{v}{v_1}}}$$

$$= \frac{2}{\sqrt{R(\theta+273)}}\left(\sqrt{\log\frac{v_0}{v_1}}-\sqrt{\log\frac{v}{v_1}}\right).$$

» On a donc finalement

$$t = \frac{V}{m\Omega}\sqrt{\frac{2}{gR(\theta+273)}}\left(\sqrt{\log\frac{p_1}{p_0}}-\sqrt{\log\frac{p_1}{p}}\right),$$

pour exprimer le temps au bout duquel la pression atteint une valeur quelconque p. Il serait facile de résoudre inversement cette formule, de manière à exprimer directement la pression en fonction du temps.

» Quant à la durée totale du remplissage isotherme, elle sera fournie par l'hypothèse $p=p_1$,

$$T = \frac{V}{m\Omega}\sqrt{\frac{2\log\frac{p_1}{p_0}}{gR(\theta+273)}}.$$

» 3. Le mouvement adiabatique est régi par la loi de Laplace

$$pv^k = p_1v_1^k,\qquad p = p_1v_1^kv^{-k},$$

$$\frac{dp}{dv} = -kp_1v_1^kv^{-k-1},\qquad v\frac{dp}{dv} = -kp_1v_1^kv^{-k},$$

$$\int_v^{v_1} v\frac{dp}{dv}dv = \frac{k}{k-1}p_1v_1^k(v_1^{1-k}-v^{1-k}).$$

La seconde intégration donne ensuite

$$\int_v^{v_0}\frac{dv}{v\sqrt{\int_v^{v_1} v\frac{dp}{dv}dv}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{k}{k-1}p_1v_1^k}}\int_v^{v_0}\frac{dv}{v\sqrt{v_1^{1-k}-v^{1-k}}}$$

$$= \sqrt{\frac{k-1}{kp_1v_1}}\int_v^{v_0}\frac{dv}{v\sqrt{1-\left(\frac{v}{v_1}\right)^{1-k}}}.$$

» Pour effectuer cette intégration, prenons comme variable auxiliaire

$$x^2 = \left(\frac{v}{v_1}\right)^{1-k} = \left(\frac{p}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}}, \qquad 2\frac{dx}{x} = (1-k)\frac{dv}{v}.$$

Il viendra, en intervertissant à la fois le signe et les limites,

$$\int_v^{v_0} \frac{dv}{v\sqrt{\int_v^{v_1} v\frac{dp}{dv}dv}} = \frac{2}{\sqrt{k(k-1)R(\theta_1+273)}}\int_{x_0}^{x}\frac{dx}{x\sqrt{1-x^2}}$$

et, par suite, avec des logarithmes népériens,

$$t = \frac{V}{m\Omega}\sqrt{\frac{2}{gk(k-1)R(\theta_1+273)}}\log\left(\frac{x}{1+\sqrt{1-x^2}}\,\frac{1+\sqrt{1-x_0^2}}{x_0}\right)$$

$$= \frac{V}{m\Omega}\sqrt{\frac{2}{gk(k-1)R(\theta_1+273)}}\log\left\{\left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{k-1}{2k}}\frac{1+\sqrt{1-\left(\frac{p_0}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}}}}{1+\sqrt{1-\left(\frac{p}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}}}}\right\}.$$

» On peut également résoudre cette équation par rapport à p en fonction de t. Il vient en effet

$$\frac{1+\sqrt{1-x^2}}{x} = \frac{1+\sqrt{1-x_0^2}}{x_0}e^{-\frac{m\Omega t}{V}\sqrt{\frac{gk(k-1)R(\theta_1+273)}{2}}}.$$

Si l'on multiplie respectivement les deux termes de ces fractions par $1-\sqrt{1-x^2}$ et $1-\sqrt{1-x_0^2}$, on aura, après simplification,

$$\frac{x}{1-\sqrt{1-x^2}} = \frac{x_0}{1-\sqrt{1-x_0^2}}e^{-\frac{m\Omega t}{V}\sqrt{\frac{gk(k-1)R(\theta_1+273)}{2}}}.$$

On en déduit, en prenant les inverses des deux membres,

$$\frac{1-\sqrt{1-x^2}}{x} = \frac{1-\sqrt{1-x_0^2}}{x_0}e^{\frac{m\Omega t}{V}\sqrt{\frac{gk(k-1)R(\theta_1+273)}{2}}}$$

et, en ajoutant avec l'équation précédente,

$$2\frac{x_0}{x} = \left\{\begin{array}{l}\left(1+\sqrt{1-x_0^2}\right)e^{-\frac{m\Omega t}{V}\sqrt{\frac{gk(k-1)R(\theta_1+273)}{2}}},\\ +\left(1-\sqrt{1-x_0^2}\right)e^{\frac{m\Omega t}{V}\sqrt{\frac{gk(k-1)R(\theta_1+273)}{2}}},\end{array}\right.$$

relation dans laquelle il suffit de remplacer x par sa valeur en fonction de p.

» Quant à la durée totale du remplissage adiabatique, elle sera fournie par l'hypothèse $p = p_1$,

$$T = \frac{V}{m\Omega}\sqrt{\frac{2}{gk(k-1)R(\theta_1+273)}}\log\left[\left(\frac{p_1}{p_0}\right)^{\frac{k-1}{2k}} + \sqrt{\left(\frac{p_1}{p_0}\right)^{\frac{k-1}{k}} - 1}\right].$$

Pour un récipient de 1^{mc} et un orifice circulaire de $0^m,1$ de diamètre, une température de 20° et un rapport de pressions égal à 2, la durée totale est de $4^s,56$. On n'aura, d'une manière générale, qu'à multiplier ce résultat par le nombre de mètres cubes, en le divisant par le carré du nombre de décimètres. Quant à la température, elle ne variera jamais beaucoup. Si le rapport des pressions prend successivement les valeurs 3, 4, 5, 10, 20, 30, on trouve de même 5,16; 5,57; 5,88; 6,85; 7,87; 8,49. Pour le rapport 1,1 le résultat s'abaisse au contraire à $\frac{6}{10}$ de seconde [1].

» Dans une prochaine Communication, j'indiquerai comment cette analyse se modifie pour le problème inverse, lorsque le récipient se vide au lieu de se remplir. »

CHIMIE. — *Recherches sur la tension du bicarbonate d'ammoniaque sec;* par MM. **Berthelot** et **André**.

« 1. La tension de l'ammoniaque dans l'air, le sol, les eaux naturelles et ses échanges entre ces divers milieux doivent-ils être assimilés à la tension de cet alcali libre, dissous dans l'eau pure et à sa diffusion entre une atmosphère inerte et des solutions purement aqueuses? C'est là un problème fort important, à la solution duquel nous nous sommes proposé d'apporter quelques documents nouveaux. Le problème est complexe; en effet, l'ammoniaque n'existe qu'en quantités presque infinitésimales dans ces milieux et elle s'y trouve partout en présence d'autres composés, auxquels

---

(1) La courbe représentative de cette variation est une *transformée de chaînette* à axe horizontal, obtenue en remplaçant l'abscisse par sa racine septième sans changer l'ordonnée; mode de transformation dans lequel (pour une puissance du reste quelconque) restent proportionnelles les sous-tangentes estimées suivant l'axe des ordonnées. Cette remarque permet de déduire du tracé bien connu de la tangente de la chaînette celui de la tangente de la courbe représentative.

elle est susceptible de se combiner pour former des combinaisons diversement stables, sels ammoniacaux et amides, plus ou moins faciles à dédoubler par l'eau et par les alcalis, tant libres que carbonatés. Parmi ces composés qui s'unissent à l'ammoniaque, le plus universellement répandu est l'acide carbonique, partout présent dans l'eau, dans le sol et dans l'air, et présent en doses incomparablement supérieures à celles de l'ammoniaque. Dans la nature, l'ammoniaque doit donc tendre à être saturée par l'acide carbonique et à former du bicarbonate : autant du moins que le permettent les lois de la dissociation et de la décomposition de ce dernier sel, en présence soit d'une atmosphère gazeuse presque illimitée, soit d'une masse d'eau très considérable. C'est à ces lois que la diffusion de l'ammoniaque ainsi que ses échanges sont subordonnés.

» Nous allons exposer les expériences que nous avons faites pour tâcher de les définir : tant avec le sel sec qu'avec le sel dissous.

» 2. L'union de l'acide carbonique et de l'ammoniaque donne lieu à des composés ou à des équilibres fort différents, suivant qu'elle a lieu entre les deux gaz secs, ou bien en présence de l'eau.

» 3. Les deux gaz secs s'unissent en un composé solide : CO^2AzH^3, formé dans les rapports de 2 volumes de gaz ammoniac pour 1 volume de gaz carbonique; et cela a lieu, soit en présence d'un excès d'acide carbonique, soit en présence d'un excès d'ammoniaque : le fait est connu. Nous l'avons vérifié de nouveau; mais nous n'y insisterons pas, cette réaction ne pouvant guère avoir lieu dans la nature, où l'eau se trouve généralement présente.

» 4. En présence de l'eau et d'un excès d'acide carbonique, le seul composé cristallisé qui prenne naissance à froid est le bicarbonate d'ammoniaque (C^2O^4, AzH^3, H^2O^2), formé d'acide, d'alcali et d'eau; composé relativement assez stable et comparable aux bicarbonates alcalins, ainsi qu'il résulte des expériences thermiques, publiées par l'un de nous [1].

» Nous joindrons à ces expériences les mesures suivantes, qui tendent à montrer que la décomposition du bicarbonate d'ammoniaque par l'eau ne croît que très lentement avec la proportion du dissolvant, et qu'elle augmente dans une faible mesure avec la durée de la dissolution. En présence de 25^{lit} d'eau, $1^{éq}$ (79^{gr}) de bicarbonate d'ammoniaque cristallisé se dissout à $15°$ en absorbant $-6^{Cal},85$; au lieu de $-6^{Cal},2$ absorbés en présence de 6 à 8^{lit}, d'après nos anciennes mesures. En opérant la même dissolution

[1] En 1873. Voir *Essai de Méc. chimique*, t. II, p. 229 à 246 et spécialement p. 232.

dans l'acide chlorhydrique étendu ($HCl = 22^{lit}$), afin d'éviter toute décomposition préalable par l'eau, l'absorption a été trouvée de $-3^{Cal},86$. D'où l'on conclut que le déplacement de l'acide carbonique par l'acide chlorhydrique, répondant à l'état initial de la dissolution, dégage $+2^{Cal},99$; soit pour $2CO^2$ dissous $+ AzH^3$ dissoute : $+9^{Cal},5$. Notre ancienne détermination a donné $+9^{Cal},7$: le nombre semble un peu plus fort pour une liqueur moins diluée; mais l'écart ne sort pas des limites d'erreur, à cause de la grande dilution.

» La solution de bicarbonate pur faite ci-dessus ($79^{gr} = 25^{lit}$) a été enfermée dans un flacon complètement clos, de façon à éviter la perte de l'acide carbonique par diffusion, et vingt-quatre heures après l'on a mesuré la chaleur dégagée par l'acide chlorhydrique étendu, soit $+3^{Cal},42$. Ce chiffre surpasse le nombre trouvé immédiatement de $+0^{Cal},43$: écart qui excède un peu les erreurs d'expérience et qui paraît indiquer une décomposition progressive; elle répondrait seulement à la mise en liberté du vingt-cinquième de l'ammoniaque, demeurée combinée dans les premiers moments de la dissolution.

» 5. Rappelons maintenant que les expériences développées de l'un de nous (*loco citato*) ont mis en évidence l'influence de l'eau sur les équilibres entre l'acide carbonique et l'ammoniaque et la distinction essentielle qui existe entre la tension de dissociation proprement dite des composés cristallisés et la séparation des acides et des bases opérée par l'eau dans les mêmes sels dissous : distinction que nos expériences actuelles vont appuyer sur de nouvelles preuves.

» 6. Soit d'abord le bicarbonate d'ammoniaque cristallisé. Nous avons opéré sur un échantillon aussi pur que nous avons pu nous le procurer; il est surtout essentiel de le débarrasser de l'eau-mère au sein de laquelle il a cristallisé; la moindre trace d'eau excédante exerçant une grande influence, comme il va être dit. La pureté du corps a été vérifiée par l'analyse, et l'échantillon a été conservé avec soin à l'abri de l'humidité atmosphérique. Mais on ne peut recourir à aucun procédé spécial pour l'amener à l'état de siccité absolue.

» Pour en mesurer la tension de dissociation, deux procédés ont été mis en œuvre par nous : l'introduction des cristaux dans le vide barométrique et l'action d'un poids connu de cristaux, sur un courant absolument sec de divers gaz, tels que l'air, l'acide carbonique, l'ammoniaque.

» 7. Pour opérer dans le vide barométrique, il est indispensable de dessécher soigneusement le tube, la cuve, le mercure; la moindre trace

d'humidité altérant complètement les résultats. Le sel doit être aussi employé en très petits cristaux, afin d'éviter l'eau interposée.

» Ces conditions étant rigoureusement observées, en opérant par la méthode comparative des deux baromètres juxtaposés, l'un vide, l'autre contenant des cristaux, et en prolongeant l'observation pendant plusieurs jours, nous n'avons pas pu observer une tension de dissociation sensible, nous voulons dire atteignant 1 millimètre; les conditions de l'emploi des cristaux ne comportant pas une plus grande précision. Nous indiquerons tout à l'heure un procédé plus délicat.

» 8. Nous avons également opéré dans des tubes barométriques, en plaçant les cristaux en présence des trois gaz suivants : air, acide carbonique, gaz ammoniac, tous trois parfaitement secs et pris sous une pression de deux tiers d'atmosphère. Il n'y a pas eu accroissement sensible de tension, même après plusieurs jours, avec l'air et l'acide carbonique. Avec le gaz ammoniac, il y a eu une diminution de tension de 2^{mm} environ, que nous attribuons à quelques traces d'humidité, dont la présence dans les cristaux ne peut guère être absolument évitée.

» 9. Pour constater ces résultats, les précautions les plus minutieuses sont indispensables. Dans nos premiers essais, le mercure et la cuve n'ayant pas été desséchés spécialement, nous avions observé des tensions notables et très diverses, telles que : 4^{mm}; 7^{mm} à $19°$; 36^{mm} à $18°$, etc.; ces tensions ne s'établissaient d'ailleurs que peu à peu, en quelques heures et même en un jour, ce qui montre qu'il s'agit, non d'air interposé, mais d'une réaction progressive. Avec de gros cristaux, susceptibles de renfermer de l'eau interposée, nous avons également observé des tensions, progressivement accrues jusqu'à 34^{mm}. Ces variations sont dues à la présence de traces d'eau.

» 10. On peut manifester l'action de celle-ci, d'une façon plus directe, en introduisant quelques gouttes d'eau, postérieurement aux cristaux, dans le tube barométrique. Dans le tube vide conjugué, on place une quantité d'eau à peu près égale : la différence de pression entre les deux tubes a été trouvée, par exemple, vers $18°$:

» Aussitôt : $8^{mm},4$; après quelques minutes : $10^{mm},4$; après un quart d'heure : $18^{mm},4$; après 2^{h} : $34^{mm},4$; après 10^{h} : 61^{mm}.

» Après 24^{h}, la température s'étant abaissée : $59^{mm},5$, et la tension est demeurée ensuite voisine de cette valeur.

» Cette tension varie avec la quantité d'eau. En effet, ayant ajouté un peu d'eau dans le même tube barométrique, nous avons observé aussitôt

$67^{mm},8$; après un quart d'heure, $75^{mm},7$; après 24^{h}, $122^{mm},3$; après 2 jours, $131^{mm},7$; après 3 jours, $135^{mm},0$.

» L'expérience n'a pas été poussée plus loin. On a constaté seulement que le gaz formé dans l'espace vide était principalement constitué par l'acide carbonique, l'eau retenant presque toute l'ammoniaque. On reviendra sur ce point.

» 11. La tension du bicarbonate d'ammoniaque pur est extrêmement petite, d'après les expériences précédentes. Pour la définir avec plus de rigueur, nous avons employé un autre procédé. Nous avons pris un poids connu de sel pur, nous l'avons distribué dans un tube en U très étroit, de façon à faire occuper au sel une longueur d'un décimètre; et nous avons dirigé sur le sel un courant de gaz rigoureusement sec. La siccité du gaz a été vérifiée par la pesée de tubes témoins. L'emploi de bouchons en caoutchouc et de tubes un peu longs de cette substance doit être rigoureusement proscrit, à cause de son hygrométricité.

» $0^{gr},9665$ de sel traversé par 4 litres d'air sec, en courant uniforme pendant 3 heures, à 18°, ont perdu seulement $0^{gr},0050$.

» Les produits recueillis au delà, dans un tube à ponce sulfurique, consistaient en :

AzH^3 dosée..........	$0^{gr},00025$
Eau.................	$0^{gr},00505$
Total.....	$0^{gr},0053$

ce qui concorde avec 0,0050.

» On en conclut par le calcul $CO^2 = 0^{gr},00064$.

» Ces chiffres montrent que les cristaux contenaient $\frac{1}{200}$ environ d'eau interposée. Les traces d'ammoniaque et d'acide carbonique perdues peuvent être attribuées à cette eau, plutôt qu'à la tension propre du sel.

» Une expérience faite sur un autre échantillon pesant $0^{gr},9761$, avec 4 litres d'air, en 3 heures, à 19°, a donné une perte de $0^{gr},0059$. Le tube à ponce sulfurique a augmenté de $0^{gr},0054$, renfermant $0,00022\,AzH^3$. La conclusion est la même.

» Une autre expérience faite sur $0^{gr},5238$, dans un courant d'acide carbonique sec, 10^{lit} en quatre heures à 19°, a donné lieu seulement à une perte de $0^{gr},0010$. L'ammoniaque n'a pu être dosée, sa quantité étant trop faible.

» Enfin, une expérience faite sur $1^{gr},1677$, dans un courant de gaz ammoniac sec, prolongé une heure et demie, a donné une augmentation

de $0^{gr},0017$, soit un millième : ce qui concorde avec l'essai barométrique similaire.

» On conclut de toutes ces expériences que la tension du bicarbonate d'ammoniaque, dans un gaz inerte, ou en présence de l'acide carbonique sec, ou du gaz ammoniac sec, est excessivement petite.

» Elles ont été faites sur des poids de matière limités à dessein. En les augmentant, la perte devient un peu plus sensible; mais elle est toujours représentée dans sa partie essentielle par de l'eau : $8^{gr},2073$ de sel, traversés pendant deux heures par 7^{lit} d'acide carbonique, à 19°, ont perdu $0^{gr},025$.

» 20^{gr} de sel, traversés pendant deux heures par 2^{lit} d'air, à 17°, ont perdu :

	gr
CO^2	0,025
AzH^3	0,010
HO	0,027

(CO^2 et AzH^3 dosés individuellement, HO par la pesée d'un tube à ponce sulfurique, dans laquelle l'ammoniaque a été dosée ensuite).

» L'acide carbonique et l'ammoniaque sont enlevés dans les rapports du bicarbonate; l'eau en grand excès. Dans un courant d'acide carbonique sec, on a obtenu des résultats analogues. Ceci montre bien que le sel n'a été décomposé qu'en raison de la présence de traces d'eau interposées.

» Cependant, le bicarbonate d'ammoniaque possède une tension réelle, quoique excessivement faible. On peut la mettre en évidence en plaçant ce sel à côté d'une capsule contenant de l'acide sulfurique bouilli. Après 20^h : $14^{gr},8$ d'acide, en présence de $1^{gr},4558$ de sel, ont augmenté de $0^{gr},041$ ($H^2O^2 + AzH^3$), et il s'est formé des cristaux de bisulfate sur les parois de la capsule contenant l'acide.

» 12. Mais, si l'acide carbonique et le gaz ammoniac n'entraînent pas sensiblement de bicarbonate, il en est autrement de l'eau, troisième composant du sel. Quand l'eau est entièrement gazeuse, il y a peu de différence. Ainsi $0^{gr},102$ de vapeur d'eau contenus dans 6 litres d'air humide, à 20°, en 2 heures, ont entraîné $0^{gr},0035$ de matière aux dépens de 2^{gr} du même sel. Mais le phénomène est rendu plus marqué en présence de l'eau liquide, dans le tube barométrique, et plus encore dans les conditions suivantes. 5^{gr} de ce sel ayant été placés dans un cristallisoir fermé, audessus d'un vase à fond plat contenant 10^{cc} d'eau pure, la vapeur de celle-ci

a réagi et l'on a trouvé dans l'eau, au bout de 24 heures, $0^{gr},1692$ d'ammoniaque, soit 15,7 centièmes de la quantité totale.

» Une seconde expérience analogue a fourni, après 2 jours : 23,1 centièmes de l'ammoniaque du sel.

» Une troisième expérience, après 3 jours : 31,2 centièmes.

» Une quatrième expérience, après 5 jours : 39,2 centièmes.

» Le bicarbonate solide diminue d'ailleurs de poids, sans changer de constitution, ni tomber en déliquescence.

» Ainsi l'acide carbonique et l'ammoniaque, formés aux dépens du sel attaqué par la vapeur d'eau, se répandent dans l'atmosphère limitée du cristallisoir et se dissolvent en partie dans l'eau liquide, pour y reconstituer un carbonate. Mais le transport des trois composants du sel : acide carbonique, ammoniaque et eau, n'a pas lieu en proportion équivalente, simultanément du moins; il se fait d'ailleurs suivant des lois toutes différentes de celles qui répondraient au simple échange de l'ammoniaque, entre sa solution aqueuse et l'eau pure. Nous le montrerons bientôt par d'autres expériences, où nous étudierons plus en détail cette influence de l'eau.

» En résumé, le rôle des trois composants du sel ammoniacal n'est pas le même dans sa dissociation, le gaz carbonique et le gaz ammoniac, même en grand excès, n'ayant pas une influence sensible sur la tension du bicarbonate, à la température ordinaire; tandis que l'eau liquide en détermine la décomposition, indépendamment des lois de la dissociation proprement dite du sel, et probablement en raison de ses combinaisons particulières avec le sel ou avec ses composants. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'origine des nerfs moteurs du voile du palais chez le chien;* par M. Vulpian.

« Les expériences que j'ai faites sur l'origine des nerfs sécréteurs des glandes salivaires et sur l'origine de la corde du tympan m'ont amené à étudier, sur le chien, l'influence des nerfs craniens sur les muscles du voile du palais.

» Notre Confrère M. Chauveau avait déjà donné des indications très précises sur cette question, dans le Mémoire qu'il a publié en 1862 sur le nerf pneumo-gastrique ([1]). Ses expériences avaient porté sur le cheval et

---

([1]) A. Chauveau, *Du nerf pneumo-gastrique, considéré comme agent excitateur*

sur l'âne. D'une façon générale, je suis arrivé à des résultats qui confirment ceux qu'il avait obtenus. Je puis donc me contenter d'exposer ces résultats d'une façon très succincte.

» M. Chauveau, dans une expérience faite sur un cheval (expérience IX), s'exprime ainsi : « Au moment de l'excitation du glosso-pharyngien, contraction de la partie an-
» téro-supérieure du constricteur supérieur et probablement du voile du palais.... »

» L'expérience X est faite sur un âne. Le pincement du facial donne lieu à une contraction énergique des muscles de la face et de l'oreille, ainsi que du digastrique; rien dans le voile du palais.... Mêmes observations en employant l'électricité; résultats plus accentués et plus facilement observés.

» La conclusion III de la première partie du Mémoire de M. Chauveau établit que « l'excitation des racines du facial n'agit ni sur les muscles staphylins, ni sur les
» muscles pharyngiens, ni sur l'œsophage, ni sur l'estomac ».

» Dans la conclusion IV, on lit: « L'excitation des racines du glosso-pharyngien fait
» contracter la partie antéro-supérieure du constricteur pharyngien supérieur et, pro-
» bablement, une partie des muscles staphylins.... »

» Enfin, M. Chauveau dit, dans une note : « Je crois pouvoir affirmer, d'après mes
» souvenirs, que les muscles du voile, et particulièrement le pharyngo-staphylin, se
» sont montrés, dans mes expériences, sous la dépendance des racines les plus infé-
» rieures du pneumo-gastrique. »

» Sur des chiens, soit pendant un sommeil chloralique profond, soit immédiatement après la mort, j'ai mis à découvert, dans le crâne, les racines du trijumeau, du facial et de l'auditif, du glosso-pharyngien, du pneumo-gastrique et du spinal. Puis j'ai excité successivement ces diverses racines [1] à l'aide d'un courant faradique, pendant qu'un aide examinait attentivement le voile du palais, en maintenant la cavité buccale ouverte et en tirant la langue hors de cette cavité; ou bien je faisais l'examen du voile et mon aide électrisait les racines nerveuses, en se conformant à mes indications. Il est indispensable que le courant faradique employé soit très faible : autrement l'excitation électrique atteint, par dérivation ou par diffusion, les nerfs les plus voisins de celui qui est soumis directement au courant, et l'on peut ainsi être induit en erreur. Pour confiner l'excitation dans chaque racine nerveuse électrisée, j'ai été obligé le plus souvent de me servir du courant faradique que j'obtenais en poussant, sur la coulisse de l'appareil à chariot, la bobine au fil induit jusqu'à une distance de $0^m,35$ et

---

et comme agent coordinateur des contractions œsophagiennes, dans l'acte de la déglutition. (*Journal de* Brown-Séquard, 1862, p. 190 et suivantes.)

(1) Ces racines nerveuses étaient tout à fait intactes : elles tenaient encore aux parties centrales qui leur donnent origine.

même de $0^m,40$ du point où elle recouvre entièrement la bobine au fil inducteur. (Appareil actionné par une pile de Grenet de moyen modèle.)

» J'ai étudié sur cinq chiens l'action des nerfs protubérantiels et bulbaires sur le voile du palais. Sur aucun de ces animaux, la faradisation de la racine motrice du nerf trijumeau n'a déterminé la moindre contraction des muscles du voile du palais.

» Sur aucun de ces animaux, il n'y a eu non plus le moindre mouvement de ce voile musculo-membraneux, lorsqu'on électrisait l'ensemble du facial et de l'auditif entre le bulbe rachidien et le trou auditif interne. C'est là ce que M. Chauveau avait bien vu.

» La faradisation de la racine du nerf glosso-pharyngien n'a provoqué un mouvement bien net du voile du palais que sur un des chiens mis en expérience. Ce mouvement était borné à la moitié correspondante de ce voile qui se fronçait un peu en travers, pendant que son bord libre, inférieur, abandonnait la base de la langue sur laquelle il reposait et qu'il se formait ainsi entre ce bord et la surface de la langue une ouverture de forme ogivale. Ce mouvement se reproduisait chaque fois que l'on recommençait l'excitation. C'est d'ailleurs sous ces apparences que s'est montré le mouvement du voile du palais dans toutes les expériences où j'ai constaté une action motrice des nerfs sur ce voile.

» Les filets radiculaires supérieurs du nerf pneumo-gastrique n'exercent aucune influence motrice sur le voile du palais. Il n'en est pas de même des filets inférieurs, de ceux qui se rapprochent des racines du nerf spinal : sur ce point encore, je suis pleinement d'accord avec M. Chauveau. L'électrisation de ces filets inférieurs a fait naître, sur tous les chiens, un mouvement du voile du palais, mouvement énergique et offrant la forme que je viens d'indiquer.

» Enfin, sur un chien, j'ai vu, avec la plus grande netteté, la faradisation du filet radiculaire supérieur du nerf spinal déterminer la même contraction des muscles du voile du palais (je parle des filets relativement assez gros que l'on voit manifestement se joindre au cordon de la racine du nerf spinal). Le filet situé au-dessous de celui-ci était sans la moindre action sur les muscles staphylins. Sur ce chien, l'électrisation des radicules inférieures paraissant appartenir au nerf pneumo-gastrique provoquait aussi un mouvement du voile du palais; mais ce mouvement était moins prononcé que celui qui se manifestait au moment où l'excitateur était posé sur le filet radiculaire supérieur du nerf spinal [1].

---

[1] Dans toutes mes expériences, un des excitateurs était introduit au-dessous de la

» Les filets inférieurs de la série des radicules qui semblent constituer la racine du nerf pneumo-gastrique appartiennent-ils réellement à ce nerf? Doivent-ils être, au contraire, considérés comme faisant partie des racines du nerf spinal? C'est un problème que je ne suis pas en mesure de résoudre aujourd'hui.

» Toujours est-il que, chez le chien comme chez le cheval, aucune fibre des nerfs moteurs du voile du palais ne provient du nerf facial.

» Le nerf masticateur ne contribue pas non plus à l'innervation des muscles de ce voile.

» Le glosso-pharyngien fournit peut-être des fibres motrices aux muscles staphylins : il m'est impossible d'être plus affirmatif, parce que je n'ai vu l'électrisation de ce nerf produire des mouvements du voile du palais que sur un seul des cinq chiens sur lesquels j'ai fait cette recherche.

» L'origine principale des fibres nerveuses motrices destinées au voile du palais, chez le chien, est dans les filets radiculaires inférieurs du nerf pneumo-gastrique et dans le filet radiculaire supérieur des nerfs spinaux. Peut-être ces divers filets radiculaires appartiennent-ils tous aux nerfs spinaux ou accessoires de Willis ([1]). »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales paraissant démontrer que la rigidité cadavérique dépend d'une contracture, c'est-à-dire d'un acte de vie des muscles, commençant ou se continuant après la mort générale.* Note de M. **Brown-Séquard**.

« Dans la séance précédente j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie des recherches qui démontrent surabondamment, je crois, que la rigidité cadavérique n'est pas due entièrement, ou même principalement, comme on l'admet presque universellement, à la coagulation des substances albumineuses des muscles. A quoi donc est-elle due? J'ai toujours cru que la

---

peau d'un des membres postérieurs; l'autre excitateur, muni d'une tige métallique ténue, était placé, par sa pointe, sur les filets nerveux dont on voulait étudier l'action.

([1]) Chez le chien, la partie des racines du spinal formant la branche externe de ce nerf conserve sa motricité, après la mort, un peu plus longtemps que les fibres radiculaires motrices du trijumeau, du facial, du glosso-pharyngien et de la branche interne de ce même nerf spinal, qui se rendent à des muscles à faisceaux primitifs striés. La motricité des fibres radiculaires du nerf pneumo-gastrique et du nerf spinal, destinées aux muscles du palais, persistait encore, dans une expérience, vingt-cinq minutes après la mort. Un moment plus tard, elle avait disparu.

raideur n'est rien qu'une contraction musculaire *post mortem*. J'avais déjà fait voir, en 1849, surtout par des faits observés chez la grenouille et, en 1851, par des faits étudiés sur des bras de deux suppliciés humains, que lorsque la rigidité cadavérique s'approche, la contractilité musculaire modifiée donne lieu, lorsqu'elle est mise en jeu, non à des mouvements soudains et aussitôt terminés, mais à un raccourcissement très lent et suivi d'un relâchement tout aussi lent. En réalité, j'avais vu, quelquefois, chez la grenouille, des muscles, excités par un coup sur toute leur longueur, se contracter très lentement et rester définitivement contractés, passant ainsi à l'état de rigidité cadavérique. Les faits que j'ai trouvés depuis lors à l'appui de mon opinion sont bien plus décisifs. Je me bornerai à mentionner ici les principaux d'entre ces faits.

I. Presque tous les arguments exposés dans mon précédent travail (*Comptes rendus*, 11 octobre 1886, p. 622) contre la doctrine qui a cours sur la cause de la raideur *post mortem*, peuvent aussi servir des preuves en faveur de la théorie que je soutiens. Je me bornerai à signaler ici le fait que les muscles rigides (de même que ceux qui sont encore doués d'irritabilité, après la mort) sont si bien vivants qu'ils se contractent et se relâchent alternativement, un très grand nombre de fois avant l'arrivée de la putréfaction. Toute contraction musculaire est, en effet, un acte vital, qu'elle s'opère après ou avant la mort générale.

» II. Les arguments les plus décisifs pour établir la doctrine que je soutiens se tirent de faits relatifs à la tonicité musculaire et à la contracture. Ce spasme fixe des muscles qu'on appelle *contracture* n'est qu'une exagération du *ton* musculaire. J'ai montré, en 1875, que la contracture due à une irritation du cerveau peut persister même après la section de la moelle épinière. J'ai fait voir depuis que, chez les mammifères, cet état des muscles peut durer malgré la destruction de la moelle. Déjà, en 1849, j'avais vu, chez des pigeons, qu'une contracture produite par un écrasement de la moelle épinière pouvait persister, même alors que les nerfs moteurs avaient perdu toute excitabilité. De tous ces faits et d'autres encore, il résulte que, bien que la contracture puisse être produite ou persister sous l'influence d'irritations soit du cerveau, soit de la moelle épinière, ou enfin des nerfs moteurs, elle peut persister sans l'intervention du système nerveux. Un second point à établir est que la tonicité musculaire s'augmente et tend à passer à l'état de contracture, dès que la circulation diminue dans les muscles. Notre éminent Confrère M. Charcot a donné des preuves très intéressantes de cette particularité. Ainsi que je

l'ai montré, en 1851, si on lie l'aorte d'un mammifère et qu'on attende un certain temps, on voit apparaître peu à peu la raideur dans les membres postérieurs et enfin l'état que l'on appelle *rigidité cadavérique* survient dans ces parties liées encore à un être vivant. Si on lâche la ligature après quelque temps de raideur complète, le sang revenant dans les membres postérieurs y fait disparaître la contracture et réapparaître l'irritabilité. Il ne manquait donc que du sang aux muscles rigides pour avoir leurs propriétés de l'état de vie.

» Des expériences extrêmement nombreuses m'ont fait trouver que la contracture peut survenir par une simple influence nerveuse, soit au moment de la mort, soit après, sans qu'un changement de circulation puisse en être considéré comme la cause. J'ai rapporté quelques-uns de ces faits dans un travail lu à l'Académie, le 26 décembre 1881 (*Comptes rendus*, vol. XCIII, p. 1149) et je m'en suis servi pour expliquer les singulières observations publiées surtout par des chirurgiens militaires et relatives à la conservation d'attitudes après une mort soudaine. J'ai montré dans plusieurs publications (voir, en particulier, le journal *La Nature*, 1884, p. 127) qu'une contracture universelle ou à peu près se produit alors subitement, immobilisant le corps et les membres dans l'attitude où ils se trouvaient à l'instant de la mort. J'ai fait voir que ce phénomène ne peut se montrer que s'il n'y a pas de convulsions, comme cela aurait lieu dans la mort ordinaire, et que, conséquemment, comme l'expérimentation me l'a fait constater, c'est dans un type de mort tout particulier, et que j'ai décrit sous le nom de *mort avec arrêt actif des échanges entre les tissus et le sang*, que l'on observe la production de la contracture au moment de la mort ou peu après. C'est dans cette espèce particulière de mort (voir mon travail, *Comptes rendus*, 1883, vol. XCVI, p. 417) que ce qui devra pésormais être considéré comme une contracture *post mortem*, et que l'on appelle *rigidité cadavérique*, dure un temps très considérable [1].

---

[1] J'ai montré trois fois à la Société de Biologie un chien mort avec arrêt actif des échanges : la première fois, 14 jours ; la deuxième fois, 21 jours ; la troisième fois, 28 jours après la mort. La rigidité était complète partout. Elle n'a diminué qu'après 40 jours, et la putréfaction n'a été très évidente qu'après 47 jours. Comme je puis faire cesser la rigidité et apparaître la putréfaction en 25 minutes dans les cas ordinaires de mort par asphyxie, on voit quelles différences peuvent exister entre les deux principaux modes de mort : dans l'un, putréfaction après 25 minutes ; dans l'autre, seulement après plus de 60 000 minutes.

» Qu'une contracture véritable puisse exister après la mort, il est impossible d'en douter en présence des faits suivants :

» 1° Fréquemment j'ai vu une contracture qui s'était montrée pendant la vie ne pas cesser à la mort et durer après celle-ci cinq, dix, quinze, vingt minutes et quelquefois davantage. Lorsqu'elle cessait, les muscles qui en avaient été atteints étaient assez souvent encore irritables et conséquemment encore vivants.

» 2° J'ai vu aussi très fréquemment, dans la première demi-heure qui suit la mort, dans les membres ou le cou, mais surtout dans le diaphragme (et là plus d'une centaine de fois), des muscles ou des parties de muscle se rigidifier et atteindre un degré de contracture semblable à celui de muscles ayant atteint le maximum de puissance de la rigidité cadavérique, se relâcher spontanément après un temps variable (de cinq à quarante ou cinquante minutes). Quelquefois (et même très souvent pour le diaphragme), l'irritabilité se montrait encore dans ces parties et après un certain temps la raideur s'y remontrait pour y durer en général jusqu'à la putréfaction.

» 3° J'ai assez souvent vu une contracture survenir et disparaître nombre de fois dans les deux premières heures après la mort. J'ai trouvé ceci dans les membres, mais surtout dans le diaphragme.

» 4° J'ai constaté très souvent, dans des muscles devenus très rigides rapidement après la mort (ceci a eu lieu surtout dans un des membres antérieurs et particulièrement lorsqu'il y avait une lésion du cervelet ou du bulbe), que la galvanisation diminuait la rigidité et que les muscles montraient un degré d'irritabilité aussi grand que celui des muscles non contracturés.

» Il est évident, d'après ces faits (et d'autres que je ne puis mentionner ici), que les muscles, après la mort générale, peuvent être atteints de contracture même après l'époque où la moelle épinière a perdu la puissance de mettre en jeu l'irritabilité musculaire. Il est donc établi par les différents faits rapportés jusqu'ici dans cette Note : 1° qu'une cessation de circulation peut causer des contractures; 2° qu'en l'absence de toute action nerveuse la contracture, malgré l'existence de la circulation, peut persister; 3° qu'après la mort la contracture peut se montrer et disparaître à plusieurs reprises, en l'absence de toute action des centres nerveux.

» Tout cela étant acquis, la question se pose de savoir si ce que l'on appelle *rigidité cadavérique* est bien, comme je le crois, une simple contracture, avec adjonction ou non de la coagulation des substances albumineuses

des muscles. Je dirai tout d'abord, à cet égard, que nulle différence n'existe entre l'état de contracture rendu évident par les faits ci-dessus mentionnés et l'état que l'on nomme *rigidité cadavérique*. Si l'on dit que les muscles atteints de raideur *post mortem* ne cessent plus spontanément d'avoir cette raideur jusqu'à la putréfaction, je répondrai que nous voyons des muscles atteints de contracture *post mortem*, devenus acides, reprendre peu après et spontanément leur souplesse. Si l'on dit que les muscles présentant la rigidité cadavérique ne sont plus capables de se contracter lorsqu'on les galvanise, je répondrai que la galvanisation n'est pas le meilleur moyen de savoir si un muscle est vivant ou mort, car j'ai constaté chez deux suppliciés humains et chez nombre d'animaux que lorsque la raideur *post mortem* finale s'approche, le galvanisme est sans puissance pour mettre en jeu les muscles, alors qu'une irritation mécanique peut encore les faire agir. Si l'on dit que l'irritabilité musculaire disparaît complètement dans les muscles atteints de raideur cadavérique et qu'elle ne disparaît pas dans les muscles contracturés, je répondrai qu'il y a là deux erreurs. En effet : 1° j'ai trouvé assez souvent que, même nombre de jours après la mort, si je distends, si j'assouplis des muscles raides, non seulement ils peuvent, comme je l'ai montré, se raidir, c'est-à-dire se contracturer de nouveau, mais ils peuvent aussi devenir plus raides qu'ils n'étaient avant le tiraillement, ce qui implique que l'excitation mécanique à laquelle ils ont été soumis a mis en jeu leur propriété de contraction, comme pendant la vie; 2° dans les muscles contracturés avec énergie, soit pendant la vie, soit après la mort, les excitations ne déterminent pas de contraction.

» Il semble donc certain que les objections que l'on pourrait faire à la théorie que je propose n'ont aucune valeur.

» III. Des faits en nombre considérable, que je me propose de faire connaître dans un autre Travail, montrent que le système nerveux a une immense influence, soit pour avancer, soit pour retarder la rigidité cadavérique. Je me bornerai à dire ici que, bien qu'il soit possible d'accepter en partie la possibilité de l'existence de ces faits, en continuant d'admettre que la raideur *post mortem* dépend d'une coagulation de substances albumineuses, l'idée que cette raideur est due surtout à une contracture est bien plus en harmonie avec ces faits.

» *Conclusion*. — Bien qu'une coagulation de substances albumineuses puisse contribuer à la production de la rigidité cadavérique, la cause principale, et quelquefois la seule, de cet état des muscles semble se trouver dans une véritable contracture, acte de vie, bien qu'il existe alors chez des cadavres. »

BOTANIQUE. — *Les plantes montagnardes de la flore parisienne;* par M. **Chatin**.

« La flore de Paris se compose, en dehors des espèces ubiquistes qui en constituent le fond, d'un assez grand nombre d'autres espèces, plus ou moins rares, et qui semblent être des étrangères comme campées dans un pays qui ne serait pas le leur. La grande majorité de ces dernières a ses plus nombreux représentants dans les Alpes et la Scandinavie, quelques-unes au midi de la France; c'est à celles-là, plantes montagnardes ou alpestres, parfois même alpines (*Swertia perennis*, du Lautaret; *Antennaria dioica*, de la florule du *Jardin* du Mont-Blanc, *Nardus stricta*, l'une des dernières graminées des hauts pâturages des Alpes), que sont consacrées les présentes Études,

» Je signale seulement ici, pour mémoire, que les principales localités parisiennes dont j'ai relevé les espèces alpestres sont : Beauvais, Bouray-Lardy, Chantilly, Chars-Marines, Saint-Cloud-Versailles, Compiègne, Dreux, Essarts-le-Roi et vallées de l'Yvette, Fontainebleau, Saint-Germain, Marly, Chaumont-Gisors, Gournay, Isle-Adam, Saint-Léger-Rambouillet, Mantes, Roche-Guyon-Vernon, Meudon-Chaville, Montmorency, Moret-Épisy, Morfontaine-Ermenonville, Nemours, Noyon, Pont-Saint-Maxence, Villers-Cotterets-Soissons, Vincennes, localités souvent visitées par les botanistes qu'y attirent leurs florules de montagne; et comme annexes au point de vue de l'extension des aires des plantes montagnardes parisiennes : Charleville, Verdun et Dijon.

» A un autre point de vue, celui des centres présumés (?) de nos plantes alpestres, et aussi pour bien établir leurs relations spécifiques avec celles d'entre elles qui ont des représentants sur les diverses montagnes de la France d'où seraient parties (?) leurs colonies, je suis leur florule dans les Alpes du Dauphiné, de la Savoie et de la Suisse, dans les Pyrénées, les Vosges et sur le Plateau Central.

» Je ne relèverai de nos plantes alpestres, dans cet aperçu sommaire, que celles de deux localités placées : l'une (Villers-Cotterets-Soissons) au nord, l'autre (Fontainebleau) au sud de Paris.

» La florule de Villers-Cotterets compte les espèces suivantes :

» *Swertia perennis, Atropa Belladonna, Euphrasia lutea, Digitalis lutea, Veronica montana, Pinguicula vulgaris, Brunella vulgaris, Teucrium monta-*

num, Globularia vulgaris, Lysimachia nemorum, Pirola minor et P. rotundifolia, Vaccinium Myrtillus, Cineraria lanceolata, Hieracium prœaltum, Senecio Fuchsii, Asperula odorata, Galium boreale, Chrysosplenium oppositifolium, Epitobium spicatum et *E. montanum, Alchemilla vulgaris, Rosa pimpinellifolia, Genista pilosa, Hypericum montanum* et *H. quadrangulare, Melandrium sylvestre, Dianthus superbus, Impatiens Noli-tangere, Drosera longifolia* et *D. rotundifolia, Dentaria pinnata, Aconitum Napellus, Helleborus viridis, Actœa spicata, Anemone ranunculoides, Maianthemum bifolium, Epipactis atrorubens, Liparis Lœselii, Eriophorum gracile, Corex Davalliana, Elymus europœus, Lycopodium clavatum* et *L. Selago, Equisetum sylvaticum, Blechnum spicant, Aspidium aculeatum, Nephrodium cristatum, Polypodium Dryopteris, Cystopteris fragilis, Botrychium Lunaria, Ophioglossum vulgatum.*

» Bien que placé au sud de Paris, Fontainebleau compte cependant les espèces montagnardes ci-après :

» *Gentiana germanica, Atropa Belladonna, Digitalis lutea, Teucrium montanum, Globularia vulgaris, Phyteuma orbiculare, Hypochœris maculata, Scabiosa Columbaria, Asperula tinctoria, Lonicera Xylosteum, Peucedanum Cervaria* et *P. Oreoselinum, Laserpitium asperum, Trinia vulgaris, Sorbus aucuparia, Rosa pimpinellifolia, Genista pilosa* et *G. sagittalis, Orobus niger, Trifolium montanum* et *T. rubens, Hypericum montanum* et *H. quadrangulare, Helodes palustris, Asarum europœum, Euphorbia Gerardiana, Arenaria triflora, Alyssum montanum, Erysimum cheiriflorum, Ranunculus sylvaticus, Thalictrum minus, Anemone ranunculoides, Phalangium Liliago, Goodyera repens* (naturalisé), *G. Conopsea* et *G. odoratissima, Cephalanthera rubra* et *C. ensifolia, Loroglossum hircinum, Limodorum abortivum, Epipactis atrorubens, Ophrys Arachnites* et *O. muscifera* (avec *O. aranifera* et *O. apifera*, espèces plus ubiquistes), *Juncus squarrosus, Carex ampullacea, C. ericetorum* et *C. montana, Nardus stricta* et *Stipa pennata, Sesleria cœrulea, Asplenium septentrionale, A. germanicum* et *A. Halleri* (?), *Cystopteris fragilis, Botrychium Lunaria.*

» Étant acquis que la flore de Paris comprend un assez grand nombre de plantes montagnardes, il était indiqué de rechercher s'il n'existe pas des stations où celles-ci croissent de préférence; puis, comme conséquence des constatations faites, d'examiner si les conditions dans lesquelles se présentent ces stations peuvent y expliquer, au moins dans une certaine mesure, la présence des espèces alpestres.

» Or, d'un aperçu général sur les stations diverses occupées par ces espèces, il ressort que, à de rares exceptions près offertes par quelques-

unes d'entre elles, c'est dans trois stations spéciales que se trouvent nos plantes de montagne. Ces stations sont : en premier lieu, les marécages et les sols tourbeux : c'est là qu'existent les plantes les plus alpestres, telles que *Swertia*, *Aconitum*, *Drosera*, *Nardus*, *Oxycoccos*, etc.; en deuxième lieu, les bois frais qui abritent les *Chrysosplenium*, *Pirola*, *Veronica montana*, *Stachys alpina*, *Lysimachia nemorum* et enfin les coteaux élevés, battus des vents, où l'on trouve *Gentiana germanica*, *Teucrium montanum*, *Phalangium Liliago* et *P. ramosum*. Cette dernière station est surtout celle des graminées montagnardes : *Avena pratensis*, *Kœleria Valesiaca*, *Cesleria cærulea* qui, contrairement au *Nardus stricta*, fuient les sols tourbeux. Comme annexes à ceux-ci on doit mentionner les prairies humides, où se trouvent, avec le *Pinguicula vulgaris*, etc., les *Gymnadenia Conopsea*, *odoratissima* et *viridis*.

» La station des tourbières se présente comme éminemment favorable à la végétation des espèces de montagne. Là, en effet, sont des conditions telles que ces espèces y trouvent la température froide du printemps qui apporte à leur évolution ce retard bien connu des botanistes, qui ne vont herboriser, dans nos vallons tourbeux, comme sur les montagnes, qu'en juillet-août. Ici c'est l'altitude et le voisinage des neiges qui s'opposent à l'échauffement du sol; dans les tourbières des vallées du nord de la France, le même résultat est produit par la latitude plus septentrionale et par la vaporisation de l'eau, cette vaporisation annulant, pour une part importante, le pouvoir réchauffant du Soleil.

» Après la station des tourbières, marécages et prés humides, vient celle des bois frais, dans laquelle au refroidissement par les ombrages qui interceptent les rayons solaires s'ajoute souvent un sol humide et plus ou moins marécageux.

» Quant aux collines battues des vents et aux plateaux qui parfois les couronnent, leur refroidissement est dû à la fois à l'altitude et à la vivacité des courants d'air.

» La nature chimique du sol a, dans tous les cas, une influence qui n'est pas négligeable, les formations siliceuses, à Paris comme dans les Alpes, ayant leur végétation notablement en retard sur celle des terrains calcaires, toutes autres conditions restant égales.

» On le voit, les plantes alpestres de la flore de Paris ont, au milieu de leur habitat, des stations préférées, et ces stations préférées s'expliquent d'une façon satisfaisante par un ensemble de conditions se rapprochant de celles qu'elles trouvent dans les montagnes, ou, tout au moins, les com-

pensant, rendant ainsi compte de leur existence et de leur permanence dans notre région.

» Étant prouvé, d'une part, que la flore parisienne compte un grand nombre de plantes montagnardes, et, d'autre part, que ces plantes sont réparties sur des points où elles trouvent des conditions de vie se rapprochant de celles que leur offrent les Alpes, il reste à rechercher si ces plantes sont des colonies formées par migrations, ou si elles représentent, au contraire, une végétation autochtone, questions que j'aborde dans la seconde partie de ces études. »

COSMOLOGIE. — *Analyse d'une poussière cosmique tombée sur les Cordillères, près de San Fernando (Chili)*; par M. **A.-E. Nordenskiöld.**

« A la fin de janvier 1884, j'ai reçu de don Carlos Stolp, habitant San Fernando, une lettre, datée du 26 novembre 1883, dans laquelle, après avoir mentionné qu'il séjourne une grande partie de l'année dans les autres Cordillères, à une altitude de 4000^m à 5000^m, il me donne les détails suivants sur quelques phénomènes météorologiques observés dans ces contrées éloignées:

» L'un des phénomènes les plus remarquables, observés ici à présent (novembre 1883), est une lumière rouge s'étendant sur un espace considérable du firmament. Elle coïncide avec la lumière zodiacale, mais en s'étendant à une hauteur double et à une largeur triple de celle que cette lumière occupe ordinairement. On aperçoit ici (à 35° de latitude australe) cette lueur, depuis quelques semaines; je l'ai observée jusqu'à 11^h du soir (¹). Au centre de cette lumière il s'est formé, le 5 novembre, une masse

(¹) Pour qu'un nuage de poussière ou de vapeur ait pu, par suite de la lumière solaire, être visible à 11^h du soir, à 35° de latitude australe environ, le 9 novembre (le jour n'est pas précisé dans la lettre de don Carlos Stolp), ce nuage doit avoir eu une hauteur de 0,05 de rayon terrestre (318^{km}) au-dessus de la surface de la Terre, ou tout au moins de 0,04 de ce rayon, si l'on tient compte de la réfraction. La limite extérieure du nuage rouge qu'on apercevait des Cordillères doit, par conséquent, avoir été située à une hauteur d'au moins 250^{km}. Cette circonstance concorde parfaitement avec les renseignements suivants, que j'ai reçus du capitaine d'un bateau de pêche, J.-N. Isaksen, compagnon intelligent et expérimenté dans plusieurs de mes expéditions arctiques. Il m'écrivait de Tromsoë : « Vendredi 30 novembre 1883 et les deux jours suivants, le temps était parfaitement calme et le ciel, presque serein, imperceptiblement voilé. Vers 4^h du soir, le 30 novembre, une lueur rougeâtre commença à colorer le ciel au sud-ouest. Vers 8^h, toute la partie occidentale du ciel était fortement

enflammée, qui se transforma peu à peu en une boule de feu de la grandeur apparente de la Lune, et répandit, pendant près d'une demi-heure, sur le pays, une lueur tranquille, de l'intensité de celle de la pleine lune. Cette apparition dura de $6^h 30^m$ à 8^h du soir. Pendant toute la durée de cette rougeur extraordinaire du Soleil on constatait, sur les hauteurs, la présence d'une quantité considérable d'électricité; au moindre mouvement, les instruments en produisaient immédiatement une quantité considérable; les cheveux de la tête humaine, les peaux de chat, de renard, de huanaco fourmillaient d'étincelles quand on passait la main dessus. Pendant la nuit, des éclairs voilés s'élançaient des pics et des crêtes des montagnes, phénomène que je n'avais jamais observé jusqu'alors pendant mon séjour de plusieurs années dans les autres Cordillères.

» J'ai déjà fréquemment observé sur les glaciers et sur la neige fraîche des autres Cordillères des couches de poussière plus ou moins abondantes, mais je n'ai pas attaché d'importance à cette observation, vu qu'il était possible que cette poussière eût été apportée et déposée par les violents courants d'air verticaux qui existent ici. Mais depuis que mon attention a été de nouveau attirée sur ces phénomènes, par votre Ouvrage sur les poussières cosmiques, j'ai saisi une occasion d'examiner de plus près ces poussières, et je me suis persuadé que, quelquefois au moins, elles ont une origine extra-terrestre; ainsi j'observais, il y a quelques jours, une telle poussière sur les hauteurs qui séparent les affluents des fleuves du Chili et de la République Argentine, dans le Cañon del Tinguirica, sur le Paso de las Damas. Il pleuvait fortement dans le Chili et l'Argentine. Les Cordillères étaient totalement recouvertes de neige fraîche. Les nuages s'abaissaient ensuite et enveloppaient les montagnes jusqu'à une hauteur approximative de 3300^m. Pendant ce temps, les masses de neige se recouvrirent assez promptement d'une couche rougeâtre, dont la chute dura peut-être une demi-heure. Je fis avec assez de difficulté écrémer la neige sur des surfaces assez étendues. Le résidu, après que la neige fut fondue et filtrée, constitua une poudre rougeâtre composée principalement de minces grains de fer (oxyde de fer) assez durs, mais cependant un peu malléables. J'examinerai la masse au spectroscope, mais je devrai procéder avec beaucoup d'économie, car je n'en possède que très peu. J'en tiens toutefois des échantillons à votre disposition.

» Carlos Stolp. »

» La lettre de M. Stolp nous donne des renseignements très intéressants sur la lueur rouge qui, vers la fin de 1883 et au commencement de 1884,

---

colorée en rouge, principalement à l'ouest-sud-ouest. A 3^h du matin, le ciel était rouge aussi, quoique à un degré beaucoup plus faible. Le matin, à 8^h, le ciel avait repris son aspect ordinaire. Tout ce phénomène se renouvela le 1er et le 2 décembre, mais de plus en plus faiblement. »

Le 30 novembre, à 3^h du matin, le Soleil se trouvait à 35° au-dessous de l'horizon de Tromsoë (latitude $69^o 39'$). Un nuage éclairé par le Soleil doit avoir eu, pour être aperçu de Tromsoë, une hauteur de 0,05 ou, si l'on tient compte d'une forte réfraction, 0,04. Nous retrouvons, par conséquent, ici, précisément le même chiffre que donne l'observation à San Fernando.

se montra sur tout le globe, quelque temps après le coucher du Soleil et avant son lever, et dont la cause devînt bientôt l'objet d'une très vive discussion. Ces renseignements me parurent d'autant plus précieux que la Lettre de M. Stolp avait été écrite avant que cette discussion eût commencé : ce qui me paraît constituer une garantie complète que la description est tout à fait objective. Malheureusement la Lettre de M. Stolp n'était pas accompagnée d'un échantillon de la poussière. Je me hâtai, en le remerciant de sa communication, de le prier de m'envoyer aussi promptement que possible autant de poussière qu'il en avait encore à sa disposition.

» M. Stolp a eu l'obligeance d'accéder à ma demande, mais, vu la distance et les communications difficiles entre l'intérieur de l'Amérique du Sud et Stockholm, l'envoi ne m'est parvenu qu'à la fin du mois de février dernier.

» La poussière que j'ai reçue pesait environ 2^{gr}, quantité suffisante pour un examen tant chimique que microscopique détaillé. Le résultat a été le suivant : la substance constituait une poudre rouge brunâtre, assez homogène à l'œil nu, et offrant des grains égaux. A la trituration et au lavage dans un mortier d'agate, elle ne donna pas de paillettes métalliques et ne précipita pas de cuivre métallique du sulfate de cuivre. Elle ne contenait donc pas de fer *métallique*.

» Sous le microscope, on pouvait distinguer les parties constituantes suivantes :

» A. *La masse principale.* — 1° Grains inégalement arrondis, brun rougeâtre à la lumière pénétrante, isotropes, d'un diamètre de $0^{mm},0007$ à $0^{mm},002$. Ces petits grains étaient fréquemment agglomérés en masses un peu plus grandes. Leur surface n'était pas unie, mais inégale, ce qui me paraît montrer qu'ils ne constituaient pas des gouttelettes de fusion refroidies. Ils se dissolvaient, quoique lentement, dans l'acide muriatique.

» 2° Des grains irréguliers annuleux, isotropes, ou offrant une double réfraction très faible. Ils avaient un diamètre qui atteignait jusqu'à $0^{mm},1$; ils ne montraient aucun signe de cristallisation. Ils présentaient une surface inégale, rugueuse, sur laquelle des petits grains de A 1° paraissaient être fixés. Ces grains, d'un blanc brunâtre, ne se dissolvaient pas dans l'acide muriatique et formaient la masse principale du silicate qui entrait dans la substance.

» B. *Constituants subordonnés.* — 1° Paillettes annuleuses à réfraction double (feldspath?).

» 2° Des paillettes hexagonales vertes, principalement du mica.

» Ces constituants (B) ne se présentent que très rarement; les grains décrits sous A 2° se trouvent, par contre, en nombre un peu plus grand. La masse prépondérante de la poussière formait A 1°, dont l'aspect extérieur faisait voir qu'elle consistait principalement en fer oxydé, ce qui est confirmé par l'analyse suivante de M. G. Lindström :

Oxyde de fer	74,59
Oxyde de nickel avec traces d'oxydule de cobalt	6,01
Oxyde de cuivre	traces
Acide phosphorique	0,63
Acide sulfurique	0,37
Acide silicique	7,57
Alumine	2,90
Chaux	0,31
Magnésie	3,88
Perte à la calcination	2,61
	98,87

» La perte insignifiante à l'analyse provient sans doute d'un peu d'alcali que la petite quantité dont je disposais pour l'analyse ne permettait pas de déterminer,

» L'analyse montre évidemment que la substance n'est ni un produit volcanique de Krakatoa, ni une poussière terrestre. La richesse considérable en fer, la quantité de nickel, l'acide phosphorique, la magnésie, etc., sont au contraire une preuve évidente que la masse principale de la poussière provient de l'espace. Elle est, comme telle, d'un très grand intérêt. En effet, tandis que l'on possède déjà des centaines d'analyses de pierres météoriques, on n'a eu jusqu'ici que des occasions très rares de soumettre à l'analyse chimique des poussières tombées de l'espace, et, quand cela était possible, la matière à soumettre à l'examen a été d'ordinaire, comme par exemple la poussière de Hessle, trop petite pour une analyse complète, ou la matière même était d'une origine contestée, comme, par exemple, la kryokonite de la mer de Glace intérieure du Groënland. Or rien de pareil n'existe ici.

» Par contre, rien ne prouve que la chute de la poussière était en relation immédiate avec l'apparition de la lueur rouge. Une pareille poussière eût dû, en ce cas, tomber aussi sur d'autres parties du globe, ce qui n'a pas été observé. Au moins je n'ai pas rencontré de traces d'une poussière pareille parmi les résidus de la fusion de neige que la présence de la lueur

rouge m'a amené à faire exécuter en Jemtland (Nord de la Suède) dans l'hiver de 1884 et dont j'aurai plus tard l'occasion de donner une description plus détaillée.

» Ce n'est pas la place ici d'examiner la question de l'origine de la lueur rouge : je crois cependant devoir énoncer que je ne puis pas me rallier à l'opinion qui cherche la cause de ce phénomène dans l'éruption de Krakatoa. Bien des raisons me paraissent parler contre cette supposition, entre autres la hauteur considérable de la lueur.

» En examinant cette question, il ne faut pas attacher trop d'importance à l'observation qu'on a rencontré, un certain temps après novembre 1883, dans l'eau atmosphérique, des traces d'une poussière vitrifiée. Si l'on ne compte pas les constituants carbonés des météores, leur masse principale se scorifie généralement lors de leur combustion dans l'atmosphère, et, comme les pierres météoriques offrent une grande ressemblance avec les roches volcaniques, la poussière vitrifiée formée par leur combustion doit naturellement aussi ressembler à des cendres volcaniques. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **J. Staněk** soumet au jugement de l'Académie une Communication relative à la possibilité de diriger les ballons à l'aide du magnétisme.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. **Léon Roques** présente à l'Académie un nouveau métronome basé sur l'isochronisme des petites oscillations du pendule.

L'instrument et la Note qui l'accompagne sont renvoyés à l'examen des Sections de Mécanique et de Physique désignées pour étudier la question du métronome normal, à la suite de la Communication de M. Saint-Saens du 28 juin dernier.

L'auteur d'un Mémoire adressé avant le 1er juin pour le concours du grand Prix des Sciences mathématiques, et portant pour épigraphe : *La clarté est l'éloquence des Sciences*, transmet à l'Académie un complément de son travail.

(Renvoi à la Commission du grand Prix des Sciences mathématiques.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une monographie de la fonction gamma, par M. *G. Brunel*. (Présentée par M. Darboux.)

2° La 8e Livraison du Traité d'Anatomie comparée de MM. *Carl Vogt* et *Émile Yung*. (Présentée par M. de Quatrefages.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces enveloppes de cônes du second degré, dans le cas où chaque cône touche son enveloppe suivant un cercle.* Note de M. **E. Blutel**, présentée par M. Darboux.

« Nous allons considérer ces surfaces comme engendrées par un cercle mobile dépendant d'un paramètre variable, sachant que les plans tangents à la surface le long de chaque cercle en particulier vont passer par un même point qui sera le sommet du cône circonscrit.

» Nous considérerons le cercle comme intersection de son plan avec une sphère que l'on peut toujours supposer passant à l'origine des axes de coordonnées. Les équations du cercle seront alors

$$(1)\quad X^2+Y^2+Z^2-2\alpha X-2\beta Y-2\gamma Z=0,\qquad Z=\lambda X+\mu Y+t.$$

» Nous prendrons t comme paramètre variable et nous supposerons que $\alpha, \beta, \gamma, \lambda, \mu$ sont des fonctions de t, dont nous appellerons les dérivées α', β', γ', λ', μ'. A chaque valeur de t correspond un cercle particulier de la surface.

» Étudions les plans tangents à la surface le long du cercle (t). L'équation du plan tangent au point (x, y, z) est

$$Z-z-p(X-x)-q(Y-y)=0,$$

p et q ayant les significations connues. Si l'on tire les valeurs p et q des équations (1), en tenant compte de ce que x, y, z vérifient ces mêmes équations, on trouvera, tous calculs faits, pour l'équation du plan tangent,

$$(2)\quad \begin{cases} 0=(\lambda' x+\mu' y+1)\,[x(X-\alpha)+y(Y-\beta)+z(Z-\gamma)-\alpha X-\beta Y-\gamma Z] \\ \qquad +(\alpha' x+\beta' y+\gamma' z)(\lambda X+\mu Y+t-Z). \end{cases}$$

» Si, dans cette équation, on remplace z par sa valeur tirée de la seconde équation (1), on obtient l'équation du plan tangent sous une forme qui ne dépend que de x et de y, et qui peut s'écrire, en ordonnant par rapport à ces variables,

$$(3)\quad \left\{ \begin{aligned} 0 = {} & \lambda' x^2 [X - \alpha + \lambda(Z - \gamma)] + xy \{ \mu' [X - \alpha + \lambda(Z - \gamma)] + \lambda' [Y - \beta + \mu(Z - \gamma)] \} \\ & + \mu' y^2 [Y - \beta + \mu(Z - \gamma)] + \ldots; \end{aligned} \right.$$

x et y sont d'ailleurs liés par la relation qu'on obtient en portant la valeur de z dans la première des équations (1), et qui peut s'écrire

$$(4)\qquad x^2(1 + \lambda^2) + 2\lambda\mu xy + y^2(1 + \mu^2) + \ldots = 0.$$

» Les plans (3), correspondant à la valeur t, doivent passer par un point (X, Y, Z), quels que soient x et y, vérifiant la relation (4), c'est-à-dire que les deux équations (3) et (4), où l'on considère x et y comme les variables, doivent avoir une infinité de solutions communes pour des valeurs convenablement déterminées de X, Y, Z.

» En écrivant que les coniques (3) et (4) coïncident, et, en particulier, qu'elles ont mêmes directions asymptotiques, on trouve

$$(5)\quad \left\{ \begin{aligned} \frac{\lambda'[X - \alpha + \lambda(Z - \gamma)]}{1 + \lambda^2} & = \frac{\mu'[Y - \beta + \mu(Z - \gamma)]}{1 + \mu^2} \\ & = \frac{\lambda'[Y - \beta + \mu(Z - \gamma)] + \mu'[X - \alpha + \lambda(Z - \gamma)]}{2\lambda\mu}. \end{aligned} \right.$$

» En égalant ces rapports à une même quantité ρ, on obtient trois équations homogènes pour déterminer les inconnues

$$X - \alpha + \lambda(Z - \gamma), \quad Y - \beta + \mu(Z - \gamma), \quad \rho.$$

» Il peut se présenter deux cas :

» 1° Le déterminant de ces trois équations, qui peut s'écrire

$$(6)\qquad \lambda'^2 + \mu'^2 + (\lambda\mu' - \mu\lambda')^2,$$

n'est pas nul.

» Ces équations donnent alors

$$X - \alpha + \lambda(Z - \gamma) = 0, \qquad Y - \beta + \mu(Z - \gamma) = 0, \qquad \rho = 0.$$

Les deux premières montrent que le sommet (X, Y, Z) du cône circonscrit se trouve sur la droite ayant pour équations

$$\frac{X - \alpha}{\lambda} = \frac{Y - \beta}{\mu} = \frac{Z - \gamma}{-1},$$

qui est la perpendiculaire abaissée du centre de la sphère sur le plan du cercle, c'est-à-dire la perpendiculaire au plan du cercle menée par son centre. Le cône circonscrit est donc de révolution; il existe une sphère tangente à la surface étudiée tout le long du cercle de contact. Cette surface peut donc être considérée comme une enveloppe de sphères et jouit alors évidemment de la propriété indiquée.

» II. Le déterminant précédent est nul; les seules valeurs réelles de λ' et μ' correspondantes sont $\lambda' = \mu' = 0$, c'est-à-dire que λ et μ sont constants; le plan du cercle reste alors parallèle à lui-même. La surface peut être considérée comme engendrée par un cercle variable dont le plan reste parallèle à un plan fixe, son centre décrivant une courbe quelconque. Ces surfaces jouissent encore évidemment de la propriété géométrique indiquée, car, par deux cercles infiniment voisins, on peut faire passer un cône.

» En résumé, tout cône du second degré variable ne peut toucher son enveloppe suivant un cercle de plan réel que dans les deux cas suivants :

» 1° Le cône est de révolution, et la surface enveloppée est une enveloppe de sphères;

» 2° Le plan du cercle de contact est parallèle à un plan fixe. »

PHYSIQUE. — *Sur la détermination des coefficients de dilatation au moyen du pendule.* Note de M. **Ch.-Ed. Guillaume**, présentée par M. Broch.

« Dans une Note présentée à l'Académie le 27 septembre 1886, M. Robert Weber propose d'appliquer le pendule à la détermination du coefficient de dilatation des corps solides. Son procédé consiste à inscrire automatiquement le passage du pendule par la verticale au commencement et à la fin de l'expérience; il se sert pour cela du chronoscope de Hipp, dont les aiguilles, mises en marche par une horloge de précision, sont arrêtées par le pendule. Il espère obtenir, par ce moyen, une précision de 1 cent-millième au maximum, tandis que les meilleures méthodes connues ne permettent pas de dépasser $\frac{1}{2000}$ (au moyen du comparateur, on atteint, en effet, une précision de $\frac{1}{1200}$ à $\frac{1}{1500}$; la méthode optique de M. Fizeau permet de dépasser un peu cette limite).

» Il est aisé de se convaincre que les mesures faites au moyen du pendule sont loin de donner la précision que l'auteur en attend.

» Supposons un corps dont le coefficient de dilatation linéaire soit de

0,00001 (valeur comprise entre celles relatives au platine et au fer); on fera des hypothèses favorables à la méthode en admettant que le pendule puisse être observé pendant six heures, et que les températures extrêmes auxquelles on le soumet soient 0° et 40°. Pour un pendule battant la seconde à 0°, la différence entre deux expériences sera, dans ce cas, de 4,32 oscillations, correspondant très sensiblement à $4^s,32$.

» Les erreurs que l'on peut commettre portent sur la mesure de l'intervalle de température et sur la variation de la durée d'oscillation.

» La mesure précise de la température d'un barreau oscillant dans l'air ou dans le vide présente de très grandes difficultés dès qu'on s'éloigne beaucoup de la température ambiante. M. Weber propose, pour cette détermination, l'emploi des éléments thermo-électriques; mais ces instruments de mesure sont trop mal connus pour donner une grande précision. Sur un intervalle de 40°, on peut s'attendre à des erreurs de plusieurs centièmes de degré, tandis que la précision annoncée par l'auteur exige que cet intervalle soit mesuré à moins de 0°,0004 près. Même en employant des thermomètres à mercure, beaucoup plus précis lorsqu'il ne s'agit pas seulement de très petites différences de température, on ne peut pas espérer connaître très exactement la température du pendule; car la mesure de la température est subordonnée à sa constance et à son uniformité parfaites, conditions qu'il n'est pas possible de réaliser dans une étuve de grandes dimensions. L'étuve dont il s'agit ici doit pouvoir contenir le pendule et son support, ainsi que divers appareils accessoires.

» Le temps que l'on doit observer est défini par deux passages du pendule par la verticale, l'un au commencement, l'autre à la fin de l'expérience. Cherchons quelle est l'approximation avec laquelle ces passages peuvent être déterminés. On n'obtient de bons résultats dans les observations du pendule qu'à la condition d'opérer avec de faibles amplitudes (3° ou 4° au maximum); pour des élongations plus considérables, le mouvement des supports, la résistance de l'air, etc., introduisent des variations dont il n'est pas aisé de tenir compte. En admettant qu'après six heures de marche l'amplitude des oscillations soit encore de 20′, on se trouve dans des conditions telles qu'elles peuvent se rencontrer dans la pratique. Mais, dans ce cas, la vitesse maxima de l'extrémité d'un pendule battant la seconde n'est que de $0^m,003$; un millième de seconde correspond donc à un déplacement de 3^μ. Il ne peut être question de garantir la position du contact électrique avec cette approximation; on ne peut donc songer à utiliser les dernières subdivisions du chronoscope. D'autre part, la

précision dans la mesure d'un intervalle de temps est prescrite avant tout par l'exactitude avec laquelle il est possible de déterminer la marche diurne d'une horloge. Dans de très bonnes conditions, on atteint une précision moyenne de $0^s,015$ sur vingt-quatre heures; l'identité de deux intervalles de six heures pourrait donc être fixée à $0^s,006$ près environ, si le mécanisme automatique de mise en marche du chronoscope n'introduisait aucune nouvelle erreur. En réalité, si l'on tient compte des irrégularités qui se produisent nécessairement, et de l'incertitude signalée dans l'arrêt des aiguilles, on voit que l'intervalle de $4^s,32$ qu'il s'agit de mesurer ne peut guère être garanti à moins de $0^s,01$ près.

» De tout ce qui précède, on peut conclure que la précision de la méthode en question ne dépassera pas $\frac{1}{300}$, avec la meilleure installation possible. Si l'on passe en revue tous les appareils que nécessite son application, on se rendra compte aisément de son extrême complication. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Valeur théorique de l'attraction locale à Nice.* Note de M. **Hatt**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« Des recherches théoriques faites pour trouver la valeur des attractions locales à Nice m'ont conduit à des résultats parmi lesquels il peut être intéressant de signaler le chiffre destiné à corriger la latitude géodésique.

» Des observations astronomiques, faites à Nice en 1872, m'ont donné pour la latitude le chiffre 41°43′44″ nord.

» La latitude géodésique obtenue au moyen de la triangulation de la côte sud de France est 41°44′4″.

» La déviation observée dans le sens du méridien serait donc de 20″.

» Or le résultat théorique obtenu en tenant compte des attractions de tout le bassin occidental de la Méditerranée, des régions continentales de la France, de la Suisse, de l'Allemagne du Sud et de l'Italie, est de 53″. Une différence avec la réalité aussi considérable ne peut être due qu'à une erreur sur la densité de l'écorce terrestre.

» Le chiffre 3, adopté d'une façon uniforme dans ces calculs, semblant, d'après cela, manifestement trop fort, on peut essayer le chiffre 2, qui est certainement inférieur au poids spécifique de presque tous les minéraux. Or, si l'on considère la déviation de 53″ comme due, *grosso modo*, à l'attraction des montagnes pour 20″, et pour 33″ à l'effet négatif du vide de

la mer, on arrive au chiffre de 38″ comme représentant la déviation en latitude, c'est-à-dire à un résultat encore deux fois trop fort.

» La seule manière d'expliquer cette énorme disproportion serait d'augmenter la densité de la croûte terrestre située au fond des mers, en même temps que l'on diminuerait celle de l'écorce terrestre sous les continents. Il suffirait d'admettre une augmentation assez faible de la densité au fond de l'Océan pour annuler tout l'effet du vide et retrouver le chiffre théorique.

» Ces faits rentrent directement dans la théorie préconisée par M. Faye sur l'effet de refroidissement dû à la présence des eaux et prennent place à côté des preuves sur lesquelles cette théorie vient déjà s'appuyer.

» Ces recherches ont été étendues à une série de points situés au large de la côte et ont conduit à un chiffre de 15^m pour la surélévation théorique de la mer à Nice.

» D'après ce qui précède, cette valeur est évidemment trop forte. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'abaissement du baromètre observé au Parc de Saint-Maur le 16 octobre 1886*. Note de M. **E. Renou**, présentée par M. Mascart.

« J'ai signalé à l'Académie (séance du 17 mai 1886) un abaissement, extraordinaire pour la saison, que nous avons observé le 13 mai dernier. Cette dépression était en rapport avec une immense tempête qui embrassait à la fois les États-Unis, l'océan Atlantique et l'ouest de l'Europe. Il vient de se produire, le 16 octobre, un abaissement non moins insolite, dans des circonstances tout à fait pareilles. A 4^h du soir le baromètre descendait à $727^{mm},06$ à l'altitude de $49^m,30$: la température de l'air était à $10°,4$, le vent du sud-ouest fort; il était sud-sud-ouest violent deux heures auparavant. Il est tombé 19^{mm} d'eau dans la journée.

Ce minimum barométrique, qui équivaut à $731^{mm},57$ au niveau de la mer, est sans exemple, en octobre, depuis 1757.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques bases pyridiques*. Note de M. **A. Ladenburg**, présentée par M. Friedel.

« Il y a deux ans, j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie des méthodes de synthèse des bases pyridiques et pipéridiques [1]. Depuis

---

(1) *Comptes rendus*, p. 516; 1884.

lors je suis arrivé, avec la collaboration de plusieurs de mes élèves, MM. Roth, Lange et Hesekiel, et en me servant particulièrement de ces méthodes, à préparer toute une série de ces bases, que je prends la liberté de décrire ici.

BASES DE LA SÉRIE PYRIDIQUE.

» I. *α-méthylpyridine* : C^6H^7Az (1). — Elle a été découverte par M. Weidel qui l'a isolée de l'huile de Dippel. Son iodhydrate prend naissance quand on chauffe l'iodométhylate de pyridine à 300°. Elle bout à 128°-129° et est miscible à l'eau et à l'alcool; sa densité à 0° est 0,9656. La base est caractérisée surtout par un sel chloromercurique qui est peu soluble dans l'eau froide et très soluble dans l'eau chaude, correspond à la formule $C^6H^7AzHCl, 2HgCl^2$, fond à 154°-155°, et permet d'isoler la picoline plus facilement et dans un état plus pur que cela n'est possible d'après la méthode de M. Weidel.

» II. La *β-méthylpyridine* découverte par M. Baeyer qui l'a préparée en chauffant l'acroléinammoniaque. M. Weidel l'a isolée du goudron animal où elle ne se trouve qu'en très petite quantité. Le meilleur mode de préparation a été trouvé par M. Zanoni qui chauffe un mélange de glycérine et d'acétamide avec de l'anhydride phosphorique.

» La base bout à 142°, son poids spécifique est 0,9771 à 0°; son chloroplatinate est peu soluble et fond à 214°; il correspond à la formule $(C^6H^7AzHCl)^2PtCl^4, H^2O$. Le sel d'or $C^6H^7AzHCl, AuCl^3$ fond à 183°, est peu soluble dans l'eau froide et décomposé par l'eau chaude. Le sel double de mercure $(C^6H^7AzHCl)^2HgCl^2$ fond à 143°, et forme de fines aiguilles qu'on peut faire cristalliser dans l'eau chaude.

» III. La *γ-méthylpyridine* a été découverte par MM. Hofmann et Behrmann qui l'ont obtenue par la réduction de l'acide isonicotianique. Elle ne se forme qu'en petite quantité par l'action de la chaleur sur l'iodométhylate de pyridine. Son point d'ébullition est 144°-145°; la densité à 0° : 0,9708. Le chloroplatinate $(C^6H^7AzHCl)^2PtCl^4$, qui est très peu soluble, fond à 225°.

» IV. L'*αα'-diméthylpyridine* C^7H^9Az a été isolée de la fraction bouillant de 138° à 145° du goudron animal à l'aide de son chloromercurate. Ce sel, qui peut être cristallisé dans l'eau chaude, correspond à la formule

$$C^7H^9AzHCl, HgCl^2$$

(1) Les corps décrits ici ont tous été analysés.

et fond à 183°. Par sa décomposition, on obtient une lutidine bouillant à 142°-143° et se séparant de sa solution aqueuse par une élévation de température. Son poids spécifique à 0° est 0,9424. Le sel d'or forme de belles aiguilles jaunes et fond à 124°. Le chloroplatinate

$$(C^7H^9AzHCl)^2PtCl^4$$

forme de beaux cristaux clinorhombiques isomorphes avec le chloroplatinate de la β-picoline, ce qui est d'autant plus remarquable que le dernier contient une molécule d'eau de cristallisation qui ne se trouve pas dans le sel en question. Ce picrate est peu soluble et fond à 159°. La base a été préparée synthétiquement par M. Hantzsch.

» Par oxydation elle est transformée en un acide bibasique

$$C^5H^3Az(CO^2H)^2,$$

qui forme de belles aiguilles et fond à 226° en se décomposant en pyridine et acide carbonique.

» V. *αγ-diméthylpyridine.* — Cette base se trouve en grande quantité dans l'huile de Dippel, mais n'avait pas pu jusqu'ici être isolée à l'état de pureté. J'y suis parvenu en employant la fraction bouillant de 155° à 160° et en précipitant le chlorhydrate en solution fortement acide par le sublimé corrosif. Le précipité est cristallisé plusieurs fois jusqu'à ce que le sel fonde d'une manière constante à 129°. Par sa décomposition, on obtient la base, qui bout à 157°. Elle est peu soluble dans l'eau froide et encore moins dans l'eau chaude. Sa densité à 0° est 0,9503. Le chloromercurate est en belles aiguilles renfermant $C^7H^9AzHCl, 2HgCl^2, \frac{1}{2}H^2O$. Le chloroplatinate est assez soluble, cristallise bien et fond à 219°-220°. Le chloraurate est très peu soluble et cristallise moins bien; il correspond à la formule

$$(C^7H^9AzHCl)AuCl^3.$$

Le picrate fond à 180°.

» Quelques mois avant la publication de ces résultats, M. Hantzsch avait décrit une lutidine préparée par voie synthétique, à laquelle il assignait la même constitution et dont nous avons pu prouver l'identité avec la nôtre.

» Par l'oxydation de cette base on obtient un acide qui était déjà connu sous le nom d'*acide lutidique*. L'acide pur fond à 235° et cristallise en belles lamelles.

» VI. *α-éthylpyridine* (C^7H^9Az). — Elle forme le produit principal de

l'action d'une haute température sur l'iodéthylate de pyridine. Elle bout à 150°, est peu soluble dans l'eau et miscible à l'alcool. Son chloroplatinate, qui est assez soluble dans l'eau, fond à 168°-170°. Le sel d'or fond à 120° et peut être obtenu en beaux cristaux par cristallisation de l'eau chaude. Le picrate fond à 110°. La base pure ne donne par oxydation que l'acide picolique et c'est par erreur qu'elle a été décrite dans ma Note préliminaire sous le nom de γ-*éthylpipéridine*.

» VII. La γ-*éthylpyridine* (C^7H^9Az) se trouve en moindre quantité parmi les produits de l'action de la chaleur sur l'iodéthylate de pyridine, mais elle peut être séparée facilement de la base plus volatile, puisque ses sels sont beaucoup moins solubles que ceux de son isomère. Pour cette séparation, on se sert ou du chloroplatinate ou du ferrocyanure.

» La base bout à 165°, sa densité est, à 0° : 9522. Le chloroplatinate fond à 208°, le picrate à 163°, le chloraurate à 138°; le ferrocyanure est précipité même des solutions étendues, ce qui n'a pas lieu pour l'α-éthylpyridine. Par oxydation, la base est transformée en acide isonicotianique.

» VIII. αγ-*diéthylpyridine* ($C^9H^{13}Az$). — Cette base est produite en petite quantité dans la réaction mentionnée plus haut. Elle bout à 187°-188°, a une odeur désagréable et se dissout à peine dans l'eau. Par une oxydation ménagée, elle donne le même acide lutidique, fondant à 235°, dont j'ai déjà parlé.

» IX. α-*isopropylpyridine* ($C^8H^{11}Az$). — Elle est produite quand on chauffe la pyridine avec de l'iodure de propyle ou d'isopropyle à 300°. Elle bout à 158°-159°, est peu soluble dans l'eau et possède une odeur fortement désagréable. Sa densité à 0° est 0,9342. Son chloroplatinate

$$(C^8H^{11}Az\,HCl)^2PtCl^4$$

est assez soluble, très beau et fond à 168°. Le chloraurate cristallise de ses solutions étendues en belles lames jaunes; il est peu soluble et fond à 91°. Le picrate est en aiguilles jaunes et fond à 116°. Par le permanganate, la base est transformée en acide picolique.

» X. γ-*isopropylpyridine* ($C^8H^{11}Az$). — Elle se forme dans la même réaction en moindre quantité. On la purifie par fractionnement et puis en préparant son chloroplatinate qui est peu soluble et fond à 203°. La base bout à 177°-178°, sa densité à 0° est 0,9439. L'oxydation ne donne que l'acide isonicotianique. »

EMBRYOLOGIE. — *Recherches sur l'évolution de l'embryon de la poule lorsque les œufs sont soumis à l'incubation dans la position verticale.* Note de M. **Dareste.**

« Dès le début de mes expériences tératogéniques, j'ai constaté que l'évolution de l'embryon de la poule se fait, tantôt d'une manière normale et tantôt d'une manière anormale, lorsque les œufs sont soumis à l'incubation dans la position verticale.

» J'ai cherché à me rendre compte de cette différence dans les résultats. Mais je ne pouvais le faire, d'une manière certaine, qu'après avoir déterminé, aussi exactement que possible, les conditions de l'évolution normale, lorsque les œufs sont soumis à l'incubation dans la position horizontale. Ce travail a été très long. Maintenant qu'il est terminé, je puis aborder l'étude scientifique des procédés tératogéniques que j'ai mis en usage dans mes recherches.

» Des expériences, souvent répétées depuis deux ans, m'ont appris que la position verticale des œufs agit différemment sur l'évolution embryonnaire, suivant la disposition des pôles de l'œuf. L'évolution s'est presque toujours faite d'une manière normale, lorsque le pôle obtus des œufs était placé en haut; d'une manière anormale, lorsque le pôle aigu des œufs était placé en haut.

» Voici les résultats de la dernière expérience que j'ai faite à ce sujet.

» Seize œufs, pondus les 6 et 7 septembre, furent mis en incubation dans la position verticale, le 10 septembre. Dans une moitié des œufs, le pôle obtus était le point culminant; dans l'autre moitié, c'était le pôle aigu.

» *Première série.* — Pôle obtus culminant; un œuf non fécondé, un blastoderme sans embryon, un embryon mort de très bonne heure, probablement omphalocéphale, quatre embryons normaux, mais ayant péri dans la coquille, un peu avant l'éclosion, un embryon vivant et éclos naturellement.

» *Seconde série.* — Pôle aigu culminant, œufs ouverts le 17 septembre : 1° blastoderme sans embryon; 2° monstre double mort depuis longtemps, et assez décomposé pour qu'il ait été impossible d'en déterminer le type; 3° embryon mort, exencéphale et célosome, sans amnios; 4° embryon mort, exencéphale, avec absence des yeux, amnios incomplet, sortie de

l'allantoïde à la gauche de l'embryon; 5° embryon mort, hydropique, et en partie décomposé ; 6° absence d'embryon, aire vasculaire très petite avec des îles de sang.

» Œufs ouverts le 25 septembre : sept et huit embryons morts depuis peu de temps, normaux.

» Ces résultats sont très nets. Lorsque le pôle obtus est le point culminant, l'évolution normale est la règle; c'est le contraire lorsque le pôle aigu est le point culminant.

» Je ne puis actuellement donner l'explication de ces faits. Mais je dois faire remarquer que, dans les deux positions, la cicatricule de l'œuf se trouve dans des conditions différentes. Quelle que soit la position de l'œuf, le jaune vient toujours se placer à sa partie culminante; et la cicatricule se trouve toujours à la partie culminante du jaune. Lorsque le pôle aigu est supérieur, la cicatricule est en contact avec la coquille, dont elle n'est séparée, au bout d'un certain temps d'incubation, que par la membrane vitelline. Lorsque le pôle obtus est supérieur, la cicatricule est en contact avec la paroi inférieure de la chambre à air, paroi flexible et non rigide. Il est très probable que cette position différente de la cicatricule est la cause de la différence des résultats que j'ai obtenus dans mes expériences, mais je dois, pour le moment, me borner à signaler le fait.

» Dans l'expérience que je viens de mentionner, les embryons développés normalement ont presque tous péri dans la coquille : un seul est éclos. Ces faits étaient faciles à prévoir. J'ai montré, l'année dernière, que le retournement quotidien des œufs est une condition presque nécessaire de l'éclosion. Lorsque les œufs sont immobiles pendant l'incubation, l'allantoïde contracte des adhérences avec le jaune et l'empêche de pénétrer dans la cavité abdominale. Dans ces conditions le poulet meurt plus ou moins de temps avant l'éclosion. L'embryon n'éclôt que très exceptionnellement dans les œufs maintenus immobiles pendant toute la durée de l'incubation. Les œufs couvés dans la position verticale sont nécessairement immobiles. Aussi, dans la première série, je n'ai eu qu'une éclosion, contre quatre embryons développés normalement, mais morts un peu avant l'éclosion, par suite de la non-pénétration du jaune dans l'abdomen. »

ZOOLOGIE. — *Sur les relations de parenté du Congre et du Leptocéphale.* Note de M. **Yves Delage**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Depuis longtemps les Leptocéphalides ne sont plus considérés comme formant des genres de poissons autonomes. L'absence d'organes génitaux et certains traits de conformation ont conduit les zoologistes à les regarder comme les formes larvaires des Congres et des genres voisins. M. Moreau a donné des preuves anatomiques sérieuses pour légitimer cette manière de voir. Mais la ressemblance anatomique de certains organes ne suffit pas, car la forme rubanée du corps, la transparence de cristal, l'absence de côtes, les globules du sang incolores, etc., constituent des différences considérables. Aussi plusieurs zoologistes hésitent-ils encore. Fasciolà conserve la famille des Leptocéphalides, et Gunther, une des plus grandes autorités en matière d'Ichthyologie, adopte une opinion intermédiaire.

» Pour lui, les Leptocéphales ne sont pas des larves normales, mais des monstres. Ce sont des larves qui, écloses loin des côtes et entraînées par les courants, ont subi, par le fait de la vie pélagique qui leur était imposée, un développement anormal et sont destinées à périr sans se transformer. Je suis en mesure de démontrer aujourd'hui que cette interprétation est inexacte.

» Deux Leptocéphales ont été recueillis le 7 février par le gardien du laboratoire de Roscoff. L'un d'eux, fort endommagé, a été mis dans l'alcool, l'autre a été élevé et nourri dans un bac. Le 18 avril, il était encore de forme tænioïde, d'une transparence absolue; tout son sang était blanc; la vessie natatoire n'était pas visible.

» Le 1er mai, la peau commence à se rembrunir un peu, la vessie natatoire apparaît (je ne prétends point qu'elle n'existât pas auparavant) sous la forme d'une traînée argentée. Les branchies commencent à se colorer en rose.

» Le 9 mai, soumis à l'observation microscopique sous le compresseur (quelques minutes seulement pour ne pas compromettre son existence), notre élève montre les faits suivants : La nageoire dorsale s'avance un peu au delà du bord postérieur des pectorales; la peau est incolore et parsemée de petits points pigmentaires, espacés mais très noirs, ce qui lui donne une teinte générale enfumée; le sang est composé encore en grande partie de

globules incolores. Dans la queue, on voit des lacs de globules rouges immobiles et sans connexion avec les vaisseaux du voisinage, ce qui porte à penser que ces globules se forment, ici comme chez l'embryon, par des colonnes cellulaires pleines dont les parties centrales se désagrègent pour former des globules, tandis que la couche périphérique deviendra la paroi du vaisseau.

» Peu à peu la teinte des téguments se renforce, le corps s'arrondit, la tête grossit et devient plus carrée et, au commencement de juillet, la transformation est complète. L'animal mesure alors 93^{mm} de long.

» Il résulte de ces faits que les Leptocéphales, contrairement à l'opinion de Gunther, sont des larves normales et capables de se transformer. Loin de souffrir de l'éloignement de la côte, ils éclosent bien au-dessous de la limite des marées et n'arrivent à la côte qu'après avoir subi leur entière transformation. Il est rare qu'ils y arrivent à l'état de Leptocéphale, mais cela n'est pas un obstacle à leur développement normal. Le Leptocéphale a pour ennemi le Lieu (*Gadus pollachius*) dans l'estomac duquel on le rencontre souvent.

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les exemplaires dont il est question dans cette Note. L'un est un Leptocéphalide non transformé, l'autre est le jeune Congre, mort d'accident le 5 septembre, et qui, à la fin d'avril, ressemblait à l'autre échantillon, sauf pour la taille qui était fort inférieure. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Contribution à l'étude des flores tertiaires de la France occidentale et de la Dalmatie*. Note de M. **Louis Crié**, présentée par M. Chatin.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les premiers résultats de mes recherches sur les flores tertiaires de la France occidentale et de la Dalmatie.

» Lorsqu'on étudie certaines Filicinées éocènes qui ont été rapportées aux genres *Asplenium, Aneimia, Sphenopteris* et *Gyrunogramma* (*Asplenium subcretaceum* Sap., *Asplenium Cenomanense* Crié, *Sphenopteris eocenica* Etting., *Gymnogramma Haydenii* Lesq.), on ne peut nier que ce ne soient là des formes alliées entre elles de fort près (¹). Ces Fougères, parfois dif-

(¹) Voir L. Crié, *Contribution à l'étude des Fougères éocènes de l'ouest de la*

ficiles à distinguer, peuvent être rattachées à un même type, l'*Asplenium subcretaceum* Sap., des travertins de Sézanne. La flore éocène de la Sarthe renferme un *Pteris* (*Pteris Fyeensis* Crié) dont l'affinité mutuelle est visible avec l'empreinte de Monte-Promina qui a été décrite par d'Ettingshausen sous le nom de *Blechnum Braunii* [1]. A nos yeux, ces deux fossiles peuvent être rangés dans le groupe du *Pteris eocenica* Etting. et Gard. Quelques fragments des *Sygodium Fyeense* Crié présentent aussi, avec l'*Adiantites Schlehani* Etting., une physionomie commune qui les fait aisément reconnaître. Parmi les Palmiers, le *Sabalites Edwardsi* [2] Crié, des grès de la Sarthe et de Maine-et-Loire, offre une grande ressemblance avec le *Sabalites Latania* Sap. (*Flabellaria Latania* Rossm.), des couches éocènes de la Dalmatie. Ces deux espèces possèdent des feuilles flabellées comprenant un nombre variable de segments linéaires insérés sur un prolongement étroit et très allongé de la sommité du pétiole. On peut comparer le *Flabellaria raphifolia* Sternb., de Monte-Promina, à plusieurs spécimens de l'espèce de la Sarthe que j'ai nommée *Flabellaria Saportana*. Dans la flore de Monte-Promina, le genre *Phœnicites* est représenté par des empreintes qui ressemblent à celles du *Phœnicites Gaudryana* Crié, des grès de Cheffes (Maine-et-Loire). Je dois à M. Munier-Chalmas la libérale communication de plusieurs fragments de ce Dattier de la Dalmatie que je me propose d'étudier. Une Conifère des terrains éocènes de Saint-Pavace (Sarthe) et de Noirmoutiers (Vendée), l'*Araucarites Roginei* Sap., retrace fidèlement le type de l'*Araucarites Sternbergis* Goepp. Quelques spécimens de notre *Apocynophyllum Cenomanense* de Saint-Aubin, de Saint-Pavace et de Sargé (Sarthe) paraissent très analogues à ceux de l'*Apocynophyllum plumeriæfolium* Etting. Le *Celaspus Cenomanensis* Crié, de la Sarthe, rappelle aussi le *Celastrus Andromedæ* Ung., de la Dalmatie et de la Styrie. J'ajouterai enfin que le Mans, Angers et Monte-Promina offrent à la fois les *Myrica longifolia* Ung., *Daphnogene polymorpha* Etting., *Eucalyptus eocenica* Ung., *Cassia hyperborea* Ung., *Sterculia labrusca* Ung. (*Acer Sotzkianum* Ung.). Il ressort de cette étude comparative qu'un ensemble de cinq espèces communes et de sept à huit types qui, sans être absolument identiques, pré-

---

France (*Comptes rendus,* 23 mars 1885). — *Sur les affinités des flores éocènes de l'ouest de la France et de l'Amérique du Nord* (*Comptes rendus,* février 1886).

(1) Voir C. Ettingshausen, *Die eocene flora des Monte-Promina* (Wien, 1885).

(2) Voir L. Crié, *Contribution à l'étude des Palmiers éocènes de l'ouest de la France* (*Comptes rendus,* 18 janvier 1886).

sentent une étroite analogie de forme, réunit dans une même période paléophytique les localités tertiaires du Mans, d'Angers et de Monte-Promina (Dalmatie). »

ANTHROPOLOGIE PRÉHISTORIQUE. — *Sur la découverte, près de Crécy-sur-Morin, d'une sépulture sous roche de la période de la pierre polie.* Note de M. A. **Thieullen.**

« Notre attention, depuis longtemps éveillée par la rencontre de nombreux silex taillés dans la vallée du Grand Morin, nous a conduit, par suite de certaines indications de carrier, à faire pratiquer des fouilles sur une colline au nord de Crécy-en-Brie.

» Nous avons mis à découvert, à 3^{m} au-dessous du sol, deux chambres contiguës, entourées de murailles en pierres sèches, et dont le toit, formé d'un très volumineux bloc de meulière, avait disparu depuis huit années, par suite de son exploitation. Ces chambres, séparées par un mur également en pierres sèches, ont l'une $1^{m},50$ sur $2^{m},50$, l'autre $1^{m},80$ sur $2^{m},20$. La hauteur de la première est de $1^{m},50$, celle de la deuxième seulement de $0^{m},60$ en moyenne. Elles étaient remplies d'un fin limon, brunâtre, compact, empâtant de nombreux ossements. Les squelettes, au nombre d'une trentaine environ, hommes, femmes, enfants, vieillards, étaient rangés côte à côte, la tête placée au pied des murs.

» Les ossements sont remarquablement bien conservés; cinq ou six crânes recueillis presque intacts semblent indiquer par leur forme la présence de deux races différentes. L'un d'eux est manifestement trépané par grattage. Souvent ces crânes reposaient sur de larges pierres plates, façonnées de main d'homme, et se trouvaient comme encadrés par d'autres pierres de même nature; plusieurs tibias sont remarquables par leur section triangulaire. Les dents, recouvertes d'un puissant émail, sont toutes saines, jamais cariées; souvent usées, quelquefois même jusqu'à la racine, elles témoignent ainsi d'une alimentation végétale crue.

» Tous les instruments d'une civilisation préhistorique ont été trouvés placés près de la tête. Grattoirs, couteaux, retouchoirs, cinq haches en silex poli, une douzaine de haches et pics en calcaire siliceux, six emmanchements en corne de cerf pour haches et outils, un poinçon en os, deux amulettes, des os travaillés, toutes ces pièces non ébréchées et présentant

certaines usures particulières semblent indiquer qu'elles étaient remises en état au moment de leur enfouissement.

» Aucune trace de poteries ni de métaux n'a été découverte.

» La pierre, mais la pierre pointue ou tranchante, paraît avoir été en grande vénération (peut-être même l'objet unique de leur culte) chez ces hommes d'une époque profondément enfoncée dans le passé.

» Nous avons dit qu'une pierre meulière énorme recouvrait les deux chambres (pesant plus de 120 000^{kg}); cette pierre n'a pas dû être apportée : la configuration des murs démontre qu'on a creusé sous cette masse en place, et que les murs en épousaient les contours. »

COSMOLOGIE. — *Météorite trouvée dans un lignite tertiaire.* Note de M. Gurlt, présentée par M. Daubrée.

« Un fer météorique ou holosidère a été découvert dans un bloc de lignite tertiaire, provenant de Wolfsegg, au moment où un ouvrier, le sieur Riedl, de la fabrique de MM. Isidore Braun fils, le brisait pour le brûler. La forme de ce fer répond grossièrement à celle d'un parallélépipède droit, à arêtes fortement arrondies; ses dimensions sont 67^{mm} sur 62^{mm} et 47^{mm}, et son poids est de 785^{gr}. Toute la surface présente les cupules habituelles aux météorites; une pellicule d'oxyde magnétique qui la recouvre est finement ridée. Ce fer contient du carbone combiné et un peu de nickel, mais l'analyse quantitative n'en a pas été faite. Une section polie ne présente plus les figures de Widmanstätten. Il a un clivage cubique et se rapproche des holosidères de Braunau et de Sainte-Catherine. Le lignite dans lequel ce fer a été trouvé est exploité par travaux souterrains, de telle sorte qu'il ne peut y être arrivé que pendant la formation même, c'est-à-dire pendant la période tertiaire. »

M. Daubrée, à la suite de la Note de M. *Gurlt*, présente les observations suivantes :

« Il y a bien lieu de s'étonner qu'on n'ait jamais rencontré de météorites dans les anciens sédiments, que chaque jour et de toutes parts on explore d'une manière minutieuse au point de vue théorique de la Géologie, pendant qu'on les exploite pour toutes sortes d'usages. On a attribué cette

absence soit à une décomposition complète qu'auraient subie les météorites qui seraient tombées dans le bassin des anciennes mers, sans laisser de résidu; soit à ce que ces chutes, qui résultent de la démolition d'astres, ne remonteraient pas au delà d'une époque comparativement récente.

» A raison de l'importance de la question et de la nouveauté du fait signalé, j'ai cru devoir écrire de nouveau à M. Gurlt pour le prier de préciser davantage, s'il était possible, les circonstances de gisement de ce bloc de fer : il convenait avant tout d'être sûr que le projectile ne pouvait avoir pénétré de l'extérieur dans la couche où il a été trouvé. Il résulte de cette communication supplémentaire que le lignite provient des mines de Wolfsegg, situées au sud de la montagne Hausruck, en Haute-Autriche, qui occupent 1200 ouvriers et fournissent annuellement 350000 tonnes de combustible. L'ensemble de couches auxquelles il est subordonné appartient, d'après M. Hoernes, à l'étage néogène des terrains tertiaires. Ces couches, qui sont horizontales, consistent, à partir du haut, en un mélange de sable et de gravier nommé *Schotter;* plus bas, est un dépôt épais d'argiles bleues, plus ou moins sableuses, dites *Schlier;* au-dessous est une marne qui, paléontologiquement, répond au *Tegel* de Vienne. Au-dessous de cette dernière se trouvent trois couches de lignite, et c'est dans la couche moyenne, d'une épaisseur de 4^m, qu'était emprisonné le bloc de fer. Ces couches affleurent au jour, il est vrai, dans des vallées d'érosion; mais elles y sont recouvertes d'éboulements épais, de telle sorte qu'il n'est pas possible de douter, répète M. Gurlt, que le fer ne soit arrivé dans le lignite lors de sa formation, c'est-à-dire qu'il était déjà tombé sur notre globe à l'époque néogène.

» En tout cas, ce qui paraît hors de doute, à en juger par les photographies, c'est que la surface du bloc est excavée de cupules ou *piézoglyptes* tout à fait caractéristiques, comme témoins des érosions que les météorites et surtout les holosidères éprouvent de la part de l'atmosphère terrestre lors de leur chute. »

MICROBIOLOGIE. — *De la présence constante de micro-organismes dans les eaux de Luchon, recueillies au griffon à la température de* 64°, *et de leur action sur la production de la* barégine. Note de MM. **A. Certes** et **Garrigou**.

« La question qui a fait l'objet de nos recherches est celle de savoir s'il existe normalement des organismes *vivants* dans les eaux thermales prises

au griffon, c'est-à-dire à la température la plus élevée; quels sont ces organismes, et quel est leur rôle dans la production de cette *glairine* ou *barégine* signalée, par tous les auteurs, dans les eaux sulfureuses.

» La première et la plus indispensable condition de ces recherches était de recueillir et de conserver l'eau à examiner avec toutes les précautions voulues pour la maintenir à l'abri des germes atmosphériques et à une température voisine, sinon identique, de la température initiale.

» En étudiant, dans ces conditions, l'eau de la source Bayen, nous sommes arrivés aux conclusions suivantes :

» 1. L'eau prise au griffon, à 64°, et les sédiments qui se déposent au fond et sur les bords de la cuvette renferment de petits bâtonnets mobiles, rares, très transparents, difficiles à observer sans certains artifices que nous indiquerons ultérieurement. On y rencontre aussi, mais plus rarement encore, des filaments immobiles, plus longs que les bâtonnets, mais plus courts que les sulfuraires de la barégine dont ils ont l'aspect. Ni dans l'un ni dans l'autre de ces organismes pris au griffon, nous n'avons constaté la présence de granulations de soufre réduit.

» 2. L'eau du griffon ne renferme ni algues, ni conferves, ni diatomées, ni infusoires vivants. Par contre, on y rencontre toujours des débris de végétaux et des plumules de papillons et d'insectes, ce qui prouve que, même à l'extrémité des galeries, les eaux sont ensemencées par les germes atmosphériques. On doit donc admettre que les eaux de la cuvette du griffon constituent un bouillon de culture dans lequel se développent, plus ou moins péniblement, ceux de ces germes qui s'accommodent de l'obscurité, de la haute température de l'eau et de sa composition chimique.

» 3. Au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la source et que l'eau se refroidit au contact de l'air, les organismes en bâtonnets et en filaments se multiplient. Alors seulement et à une température qui ne paraît pas dépasser 50°, apparaissent ces masses de *barégine* qui ne sont autre chose que des *zooglées de bâtonnets mélangés de grains de soufre réduit, sur lesquelles se développent des sulfuraires en tout semblables aux filaments du griffon, mais plus allongés et renfermant des granulations de soufre caractéristiques*.

» Dans les bassins à haute température (48°), la culture est encore pure, c'est-à-dire que l'on n'y rencontre que les organismes primitifs en plus grand nombre et plus développés. Dans les dépôts qui se forment à plus basse température et surtout à l'extérieur des conduites et des bassins, d'autres organismes interviennent et se développent. C'est à ce moment

qu'apparaissent des oscillaires, des diatomées, des monades et autres infusoires flagellés et ciliés, enfin les microbes vulgaires de la putréfaction.

» Tels sont les faits constatés par l'examen direct, immédiat, poursuivi avec toutes les précautions voulues sur de nombreux échantillons. Mais, pour mieux établir les relations qui existent entre la barégine et les organismes en bâtonnets et aussi pour les découvrir plus facilement dans l'eau du griffon, nous avons opéré ainsi qu'il suit.

» Dans l'eau du griffon maintenue à l'abri des germes, à une température qui a varié, dans nos expériences, de 45° à 58°, nous plongeons ou mieux encore nous déposons à la surface des couvre-objets préalablement flambés. Au bout de quelques heures ces couvre-objets présentent toujours, à l'examen direct, de petites colonies de bâtonnets immobiles qui s'y cultivent. L'emploi du liquide iodo-ioduré ou du sérum iodé les rend très visibles.

» Ces colonies deviennent encore plus nettes et l'on peut en faire des préparations durables en les soumettant aux procédés ordinaires de dessiccation et de coloration. Les résultats sont tout à fait démonstratifs après coloration par le violet 5B, l'éclaircissement par l'essence de bergamote ou de girofle et le montage dans le baume.

» Pour l'examen des organismes de la barégine, ces précautions minutieuses sont moins nécessaires, puisque l'on agit sur des masses visibles à l'œil nu et normalement en contact avec l'air. Il faut seulement avoir soin d'opérer sur de la barégine fraîche qui n'a pas encore eu le temps de se peupler d'organismes parasites étrangers.

» Nous n'entreprendrons pas actuellement, quelque intéressante qu'elle soit, l'étude des divers organismes que l'on rencontre dans les cultures de barégine. Notons seulement que dans les cultures faites dans des milieux colorés, d'après les méthodes déjà publiées par l'un de nous ([1]), certaines zooglées se colorent en violet, tandis que d'autres se colorent en bleu, ce qui semblerait indiquer, à l'origine, deux organismes distincts.

» Quant à l'action chimique et au rôle biologique des bâtonnets et des filaments, ils ne peuvent être établis que par des expériences plus complètes. Les phénomènes de décomposition des sulfates, qui coïncident avec le développement des organismes microscopiques, paraissent constants, ainsi que l'ont déjà établi Plauchud, Étard et L. Olivier dans des recherches

---

([1]) *De l'emploi des matières colorantes dans l'étude physiologique et histologique des infusoires vivants;* par A. Certes. (Société de Biologie, séances des 12 mars 1885 et 17 avril 1886.)

d'un haut intérêt scientifique. Lorsque l'on sera parvenu à établir l'équation chimique de cette décomposition, il en sortira nécessairement des conséquences théoriques et pratiques que la thérapeutique des eaux minérales saura utiliser. »

VITICULTURE. — *Sur la mélanose, maladie de la vigne.* Note de MM. **Pierre Viala** et **L. Ravaz**, présentée par M. Bornet.

« La mélanose est une maladie d'origine américaine, ordinairement sans gravité et dont les vignes françaises n'ont rien à redouter. Signalée depuis longtemps dans la Caroline et le Texas, elle existe en Europe depuis que les formes sauvages des vignes américaines y ont été introduites; on la rencontre dans tous les vignobles où elles ont été multipliées; il est rare d'ailleurs que la mélanose produise des effets fâcheux dont l'agriculture doive s'inquiéter; il est même exceptionnel qu'elle détermine la dessiccation des feuilles des formes sauvages (porte-greffes).

» La nature de la mélanose n'a pas été déterminée jusqu'ici. Des recherches attentives, poursuivies depuis deux ans, contrôlées par des cultures réitérées, nous permettent d'affirmer que cette affection doit être attribuée à un champignon parasite.

» La mélanose se présente, à son début, sous forme de très petits points d'un brun fauve clair, disséminés sur tout le parenchyme de la feuille et visibles sur les deux faces qui en sont parfois entièrement criblées; ils s'étendent lentement et forment finalement des taches peu étendues, d'un brun foncé, continues et irrégulièrement polygonales ou irradiées et sans forme définie; elles atteignent de $0^m,002$ à $0^m,005$ de diamètre, $0^m,01$ au plus. Lorsque la maladie acquiert son maximum d'intensité, les feuilles sont marquées de taches noires, légèrement creusées au centre, et se dessèchent partiellement entre les nervures principales; la mortification des tissus commence au centre des lésions et se continue surtout à la faveur des températures élevées. M. J.-E. Planchon, frappé de ce que ces caractères extérieurs ont de spécial, a désigné cette maladie sous le nom de *mélanose*, en la rattachant, avec doute, à l'antrachnose; ces doutes sont justifiés par l'expérience; les deux maladies ne peuvent être confondues.

» On observe, au centre des taches de mélanose, surtout en septembre et octobre, des petites pustules d'un brun foncé, comme la lésion, à peine

proéminentes et couvertes, à leur sommet, d'une poussière blanche d'apparence crayeuse. Les pustules correspondent à autant de conceptacles à peu près sphériques, formés d'une enveloppe peu épaisse; la poussière blanche est formée par l'ensemble des spores qui se développent uniquement dans la partie la plus profonde des conceptacles. Ces organes reproducteurs sont étroits et très allongés (2^{μ} de largeur sur 40^{μ} à 60^{μ} de longueur), recourbés, septés, munis de trois à six cloisons et terminés par une sorte de pédicelle; leur contenu est incolore et granuleux, avec des parties plus réfringentes; leur membrane est hyaline. Nous croyons pouvoir identifier cette plante avec le *Septoria ampelina* que Berkeley et Curtis ont décrit, d'une manière malheureusement trop vague, sur les feuilles du *Vitis vulpina* (Scuppernong).

» Le *Septoria ampelina* est bien la cause de la mélanose; des spores de ce champignon, recueillies avec toutes les précautions voulues, ont été ensemencées sur des feuilles saines de Riparia sauvage, cultivées à l'abri de toute inoculation spontanée; six jours après, les taches de mélanose commençaient à se montrer aux points inoculés, et les pycnides du *Septoria* apparaissaient quinze à vingt jours plus tard. Ces inoculations, répétées à plusieurs reprises, ont toujours donné les mêmes résultats et ont finalement déterminé les mêmes altérations. Il ne reste donc pas de doute sur la nature de cette maladie; elle ne peut être confondue avec aucune autre.

» La mélanose se développe surtout sur les variétés du *Vitis riparia* et ses hybrides (Riparias sauvages, Taylor, Bacchus, Oporto, Clinton, Cornucopia) et sur le *V. rupestris*, le Champin, l'Herbemont, etc. Nous l'avons vue, par exception, sur quelques variétés européennes du *V. vinifera;* nous ne l'avons jamais constatée sur les rameaux et les fruits. »

M. Chapel adresse une Note « sur la dépendance mutuelle des moyens mouvements des satellites appartenant à un même système. »

M. Pellerin signale une anomalie qu'il a observée dans la résistance apparente d'un électro-aimant mis en dérivation dans un circuit.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. A. V.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 18 OCTOBRE 1886.

(SUITE.)

Memoria presentada al Congreso de la Union por el Secretario de Estado y del despacho de Fomento, Colonizacion, Industria y Comercio de la Republica mexicana, General CARLOS PACHECO; T. I, II, III. Mexico, 1885; 3 vol. in-4°.

Estadistica general de la Republica mexicana. Año I, num. 1. Mexico, 1884; in-4°.

Nombres geograficos de Mexico. Catalogo alfabético de los nombres de lugar pertenecientes al idioma Nahuatl. *Estudio jeroglifico; por el* Dr A. PENAFIEL. Mexico, 1885; in-4°, avec Atlas.

Arte del idioma Tarasco; por el P. F. DIEGO BASALENQUE, *año de* 1714. Mexico, 1886; in-4°.

Gramatica y vocabulario mexicanos; por el Padre A. DEL RINCON. 1595. Reimpresion de 1885. Mexico, 1885; in-4°.

Astronomische Beobachtungen auf der Sternwarte der Königlichen Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn, angestellt und herausgegeben von Dr E. SCHOENFELD; achter Band. Bonn, A. Marcus, 1886; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 4 octobre 1886.)

Page 596, ligne 8, *au lieu de* $n = \mathrm{I} + \mathrm{D}$, *lisez* $n^2 = \mathrm{I} + \mathrm{D}$.

Page 596, ligne 30, *au lieu de*

$$E = \tfrac{1}{2}(\mu - 1)(\mu - 2) + \left[\tfrac{1}{2}(\nu - 1)(\nu - 2) - \tfrac{1}{2}\sum_i i(i-1)\alpha_i\right],$$

lisez

$$E = \tfrac{1}{2}(\mu - 1)(\mu - 2) - \left[\tfrac{1}{2}(\nu - 1)(\nu - 2) - \tfrac{1}{2}\sum_i i(i-1)\alpha_i\right].$$

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 26 OCTOBRE 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de la Toussaint, la séance du lundi 1er novembre est remise au mardi 2 novembre.

MÉCANIQUE. — *Écoulement varié des gaz;* par M. **Haton de la Goupillière**.

« 4. Dans une précédente Communication (1), j'ai étudié l'écoulement varié qui se produit lorsque l'on ouvre une communication entre un réservoir d'air comprimé, maintenu par les compresseurs à une tension p_1 supérieure à la pression atmosphérique p_0, et un récipient dans lequel la tension, primitivement égale à p_0, s'élève progressivement jusqu'à p_1. A la suite de ce problème du *remplissage,* j'envisagerai aujourd'hui la question inverse, dans laquelle un récipient, originairement rempli d'air comprimé au degré p_1, *se vide librement* dans l'atmosphère p_0.

(1) Voir ci-dessus, p. 661.

» Ces deux recherches diffèrent l'une de l'autre par cette circonstance, que le poids spécifique qui figure dans l'équation différentielle de l'écoulement varié doit toujours être évalué d'après les conditions du milieu d'*aval* dans lequel se déverse le courant; d'après ce double motif que, pour l'application du théorème des forces vives qui procure la valeur de u, l'on a égard au travail de la détente, et que, de plus, on suppose la pression d'aval exercée uniformément dans la section contractée. Avec le problème précédent, le poids spécifique était, par conséquent, le facteur variable ϖ. Actuellement, il conserve la valeur fixe ϖ_0.

» En second lieu, nous devrons changer de signe l'un des deux membres de la formule qui exprime l'égalité des valeurs absolues du poids élémentaire, puisque $d\varpi$ est devenu une quantité essentiellement négative, en même temps que ϖ une fonction décroissante.

» Dans ces conditions, nous obtenons l'équation différentielle

$$-\mathrm{V}\,d\varpi = \varpi_0 m\Omega u\,dt,$$

$$\frac{\varpi_0 m\Omega}{\mathrm{V}}dt = -\frac{d\varpi}{u} = \frac{dv}{v^2 u},$$

$$\frac{\varpi_0 m\Omega\sqrt{2g}}{\mathrm{V}}dt = \frac{dv}{v^2\sqrt{\int_{v_0}^{v} v\frac{dp}{dv}dv}},$$

ce qui donne, en intégrant,

$$t = \frac{\mathrm{V}}{\varpi_0 m\Omega\sqrt{2g}}\int_{v_1}^{v}\frac{dv}{v^2\sqrt{\int_{v_0}^{v} v\frac{dp}{dv}dv}}.$$

» 5. La modification, fort simple comme écriture, que vient de subir l'équation générale, suffit pour la dénaturer complètement et pour compliquer beaucoup ses applications. En particulier, le problème de l'écoulement isotherme ne peut plus alors s'intégrer en termes finis, mais seulement en série convergente.

» La question de l'écoulement adiabatique échappe elle-même au procédé d'intégration qui nous avait réussi *quel que soit k* pour le problème du remplissage. Cependant nous pouvons donner, en ce qui concerne la recherche actuelle, mieux adaptée, au point de vue expérimental, que le mode isotherme à des phénomènes aussi rapides, une solution largement suffisante pour la pratique. Il suffit, pour cela, d'adopter comme exposant

de la loi de Laplace la valeur 1,40 ou $\frac{7}{5}$ (1). Si nous reprenons, dans ces nouvelles conditions, la formule qui a été établie ci-dessus (p. 663)

$$\int_{v_0}^{v} v\frac{dp}{dv}dv = \frac{k}{k-1}p_0 v_0^k(v^{1-k} - v_0^{1-k}),$$

la seconde quadrature donnera

$$\int_{v_1}^{v} \frac{dv}{v^2\sqrt{\int_{v_0}^{v} v\frac{dp}{dv}dv}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{k}{k-1}p_0 v_0^k}}\int_{v_1}^{v}\frac{dv}{v^2\sqrt{v^{1-k}-v_0^{1-k}}}$$

$$= \sqrt{\frac{k-1}{kp_0 v_0}}\int_{v_1}^{v}\frac{dv}{v^2\sqrt{\left(\frac{v}{v_0}\right)^{1-k}-1}}.$$

» Prenons actuellement comme variable auxiliaire

$$y^2 = \left(\frac{v_0}{v}\right)^{1-k} = \left(\frac{p_0}{p}\right)^{\frac{k-1}{k}},$$

$$\frac{1}{v} = \frac{1}{v_0}y^{\frac{2}{1-k}} = \frac{1}{v_0}y^{-5}, \qquad \frac{dv}{v^2} = \frac{5}{v_0}y^{-6}dy.$$

Il viendra, d'après cela,

$$t = \frac{5V}{\varpi_0 v_0 m\Omega}\sqrt{\frac{k-1}{2gkR(\theta_0+273)}}\int_{y_1}^{y}\frac{dy}{y^6\sqrt{\frac{1}{y^2}-1}}$$

$$= \frac{5V}{m\Omega\sqrt{7gR(\theta_0+273)}}\int_{y_1}^{y}\frac{dy}{y^5\sqrt{1-y^2}}.$$

---

(1) La détermination de ce paramètre a varié dans l'origine entre 1,35 (Clément et Desormes) et 1,4196 (Masson). Les expériences de Cazin ont fourni en 1862 la valeur généralement adoptée depuis lors, 1,41. Cependant cet éminent physicien a retrouvé par une autre voie en 1869 le nombre 1,407 auquel il attachait, d'ailleurs, moins de confiance qu'au précédent; et Regnault, de son côté, a déduit de ses expériences sur la vitesse du son le nombre 1,3945. Indépendamment de ces variations de l'exposant, Cazin a formulé, dans ses conclusions, le jugement suivant sur la vérification expérimentale de la loi théorique de Laplace elle-même : « Si la formule n'est pas rigoureuse, » elle offre un degré d'approximation suffisant dans la pratique. » En présence de ces diverses incertitudes, la modification insignifiante que nous apportons ici à l'usage ordinaire, pour nous mettre à même d'achever l'intégration, reste évidemment bien permise.

Or on a, avec des logarithmes *népériens*,

$$\int \frac{dy}{y^5\sqrt{1-y^2}} = \frac{3}{8}\log\left(\frac{y}{1+\sqrt{1-y^2}}\right) - \frac{3}{8}\frac{\sqrt{1-y^2}}{y^2}\left(1+\frac{3}{2y^2}\right).$$

Si donc nous rendons à y sa valeur

$$y = \sqrt[7]{\frac{p_0}{p}},$$

nous arrivons à l'expression définitive

$$t = \frac{15V}{8m\Omega\sqrt{7gR(\theta_0+273)}}\left\{\begin{array}{c} \log\left\{\left(\frac{p_1}{p}\right)^{\frac{1}{7}}\frac{1+\sqrt{1-\left(\frac{p_0}{p_1}\right)^{\frac{2}{7}}}}{1+\sqrt{1-\left(\frac{p_0}{p}\right)^{\frac{2}{7}}}}\right\} \\ -\left[\left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{1}{7}}+\frac{3}{2}\left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{3}{7}}\right]\sqrt{\left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{2}{7}}-1} \\ +\left[\left(\frac{p_1}{p_0}\right)^{\frac{1}{7}}+\frac{3}{2}\left(\frac{p_1}{p_0}\right)^{\frac{3}{7}}\right]\sqrt{\left(\frac{p_1}{p_0}\right)^{\frac{2}{7}}-1} \end{array}\right\}.$$

» Quant à la durée totale employée par le vase à se vider complètement, elle s'obtiendra pour l'hypothèse $p = p_0$ sous la forme

$$T = \frac{15V}{8m\Omega\sqrt{7gR(\theta_0+273)}}\left\{\begin{array}{c} \log\left[\left(\frac{p_1}{p_0}\right)^{\frac{1}{7}}+\sqrt{\left(\frac{p_1}{p_0}\right)^{\frac{2}{7}}-1}\right] \\ +\left[\left(\frac{p_1}{p_0}\right)^{\frac{1}{7}}+\frac{3}{2}\left(\frac{p_1}{p_0}\right)^{\frac{3}{7}}\right]\sqrt{\left(\frac{p_1}{p_0}\right)^{\frac{2}{7}}-1} \end{array}\right\}. »$$

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'intensité du champ magnétique dans les machines dynamo-électriques;* par M. **Marcel Deprez.**

« L'élément le plus important d'une machine dynamo-électrique est le champ magnétique, et l'on peut dire que « tant vaut le champ magnétique, tant vaut la machine ». Cela est vrai, contrairement à l'opinion de certains électriciens, aussi bien lorsque la machine est employée comme réceptrice que lorsqu'elle sert de génératrice. Or le champ magnétique lui-même con-

tient deux éléments, le volume et l'intensité, qui, à des degrés différents, constituent ses qualités utiles. Il est évident, en effet, qu'un champ très vaste, mais très peu intense, tel que celui du globe, ne peut rendre aucun service et qu'un champ extrêmement intense, mais très petit, comme celui qu'on obtient en rapprochant presque au contact les pôles opposés d'un puissant aimant, ne peut être employé utilement que dans des circonstances très restreintes, puisque les conducteurs destinés à subir l'action de ce champ ne peuvent avoir eux-mêmes qu'un volume très petit.

» Si, dans une machine dynamo-électrique, on se donne toutes les dimensions des inducteurs, ainsi que l'intensité de courant qui circule dans leurs hélices, en laissant variable l'étendue des épanouissements polaires, ainsi que la distance qui les sépare du noyau de fer de l'anneau induit, le volume du champ magnétique annulaire compris entre ces deux pièces et dans lequel se meut le fil induit peut être facilement calculé en toute rigueur, mais il n'en est pas de même de l'intensité du champ, qui varie suivant des lois impossibles à déterminer théoriquement. Tout ce qu'on peut dire, c'est qu'il est naturel de penser qu'elle diminue lorsqu'on accroît l'étendue des épanouissements polaires ou la distance qui les sépare du noyau de fer de l'induit. Pour élucider cette question, j'ai entrepris une longue série d'expériences dans des conditions très variées. J'ai opéré sur des électro-aimants de trois grandeurs différentes dont les noyaux de fer avaient respectivement des diamètres de 200^{mm}, 90^{mm} et 60^{mm}, et j'ai mesuré pour chacun d'eux l'intensité de champ compris : 1° entre les pôles opposés de deux électros identiques animés tous deux par le courant; 2° entre les pôles de l'électro et une armature en fer soumise à son influence.

» On concluait l'intensité du champ de la mesure de l'effort exercé perpendiculairement aux lignes de force sur un conducteur mobile traversé par un courant connu. On a fait varier, pour chacun des types d'électros soumis aux expériences, la dimension du champ comptée dans le sens des lignes de force, c'est-à-dire l'écartement des surfaces magnétiques entre lesquelles il est compris; la dimension du champ comptée perpendiculairement aux lignes de force, c'est-à-dire la grandeur des épanouissements polaires et enfin l'intensité du courant traversant les hélices magnétisantes.

» Il m'est impossible de reproduire ici tous les nombres correspondant à ces différentes séries de recherches. Je dois me contenter de noter les faits fondamentaux que ces expériences ont mis hors de doute.

» *Influence de l'écartement des pièces magnétiques.* — Contrairement à ce

que certains électriciens ont affirmé, *l'intensité du champ décroît beaucoup moins vite que ne croît l'écart des pièces magnétiques*. Je citerai, par exemple, les expériences faites sur deux électro-aimants à deux branches ayant des noyaux de fer de 200^{mm} de diamètre dans lesquelles l'intensité du champ compris entre les deux pôles opposés conserve encore la moitié de sa valeur primitive lorsque l'écart des deux pôles passe de $7^{mm},5$ à 75^{mm}, c'est-à-dire lorsqu'il est décuplé.

» Lorsque le champ est compris entre un pôle magnétique et une armature en fer aimantée par son influence, la décroissance de l'intensité correspondant à l'accroissement de l'écart est plus rapide; mais elle est encore bien loin de ce qu'on supposait puisque, au lieu d'être inversement proportionnelle au carré de la distance des pièces magnétiques en regard, comme l'ont affirmé certaines personnes guidées par une analogie grossière, elle est supérieure même à l'inverse de la racine carrée de cet écart. Pour rendre ceci plus clair, lorsque la distance passe de la valeur 1 à la valeur 4, l'intensité du champ décroît de 1 à 0,6.

» Dans tous les cas, plus les noyaux des électros sont gros, plus l'intensité du courant qui les excite est considérable, plus les armatures sur lesquelles ils agissent sont épaisses et moindre est l'influence de la distance de l'armature aux pôles de l'électro. *Il résulte de là que, en rapprochant beaucoup les armatures des pôles inducteurs, on augmente très peu l'intensité du champ, tandis qu'on réduit presque à zéro la place disponible pour le fil induit.*

» Si, dans une machine dynamo-électrique, on fait varier l'espace annulaire compris entre les épanouissements polaires et la surface extérieure du noyau de fer de l'anneau, ainsi que la quantité de fil induit enroulé sur ce dernier, de manière à remplir l'espace annulaire aussi exactement qu'il est possible de le faire sans nuire au bon fonctionnement de la machine, il est certain que l'efficacité de la machine variera avec la dimension de l'espace annulaire; elle sera nulle lorsque cette dimension sera très petite, parce que les matières isolantes qui entourent l'anneau de fer, ainsi que le jeu matériel qui doit exister entre lui et les pièces polaires fixes, absorberont tout l'espace disponible et ne laisseront aucune place où l'on puisse loger le fil induit. Elle sera, sinon nulle, du moins très faible, lorsqu'on donnera à l'espace annulaire une dimension excessive. Il existe donc une dimension de cet espace annulaire qui correspond à l'efficacité la plus grande possible de la machine. Mais, avant de chercher la dimension la plus favorable, il faut définir cette efficacité. Si l'on se donne toutes les dimensions de la machine (excepté celle de l'espace annulaire), sa vitesse de rotation et la

force électromotrice qu'elle doit produire, je dirai que son efficacité est maxima lorsque la résistance intérieure de l'anneau est un minimum.

» Si l'on désigne par x la dimension de l'espace annulaire comptée dans le sens du rayon de l'anneau; par a la valeur minima de l'espace accordé pour loger les matières isolantes qui couvrent le noyau de fer, pour le jeu indispensable au bon fonctionnement des pièces, pour le cerclage de l'anneau, en un mot, pour toutes les matières *autres que le cuivre* conducteur du courant enroulé autour de l'anneau induit, cet espace étant également compté dans le sens du rayon; par H l'intensité du champ, je démontre facilement que la résistance intérieure de la machine est un minimum lorsque la fonction $H^2(x-a)$ est un maximum.

» Or les expériences que j'ai citées plus haut permettent de constater que ce maximum a lieu pour des valeurs de x beaucoup plus grandes qu'on ne le croit généralement. Ces résultats n'ont fait d'ailleurs que confirmer ceux que j'avais obtenus, il y a dix-huit mois environ, sur des machines Gramme, dans lesquelles j'avais fait diminuer de plus en plus l'espace annulaire. L'intensité du champ magnétique augmentait incontestablement, mais la machine devenait très nettement d'autant plus mauvaise que l'espace annulaire était plus petit.

» Dans les machines à haute tension, telles que celles que j'ai construites pour l'expérience de Creil, la valeur de la constante a est beaucoup plus grande que dans les machines à basse tension, parce qu'elles exigent une isolation bien autrement considérable.

» Il en résulte que la fonction $H^2(x-a)$ n'atteint son maximum que pour des valeurs de x bien plus grandes que si a était petit. C'est la raison pour laquelle j'ai été obligé de donner à l'espace annulaire une si grande valeur dans les machines de Creil : on s'en rendra aisément compte lorsqu'on saura que la distance de la partie extérieure du fil induit de l'anneau aux pièces polaires atteignait par places $0^m,010$ et que l'épaisseur de la couche isolante interposée entre le noyau de fer et la première couche de fil induit était de $0^m,0075$; cela faisait donc un espace de $0^m,0175$ entièrerement perdu pour l'effet utile de la machine, de sorte que, si je n'avais donné à l'intervalle annulaire que $0^m,020$ par exemple, il ne serait resté pour le fil induit que $0^m,0025$, c'est-à-dire de quoi loger une seule couche de fil : la machine n'aurait pas produit la huitième partie de la force électromotrice exigée.

» *Influence des dimensions perpendiculaires aux lignes de force.* — J'ai fait peu d'expériences à cet égard, mais j'ai pu constater que, à moins que les

pièces polaires ne soient très épaisses dans le sens des lignes de force, l'intensité du champ est sensiblement en raison inverse de la surface développée des épanouissements comptée perpendiculairement aux lignes de force.

» Avec des électros dont le noyau avait 200^{mm} de diamètre, le champ magnétique compris entre des pôles de nom contraire a atteint la valeur de 15400 unités C.G.S., lorsque les pièces polaires de forme carrée avaient 200^{mm} de côté et étaient séparées par un intervalle de 3^{mm}; il était encore de 11400 unités lorsque l'écart atteignait 20^{mm}. Le travail électrique dépensé collectivement dans les hélices des deux électros atteignait 9^{chx}.

» J'ai démontré, il y a plusieurs années, que les électro-aimants à gros noyau étaient très supérieurs à un ensemble de petits électros d'un poids collectif égal au point de vue de l'intensité absolue du champ qu'ils permettent de produire et de son volume, ainsi que de la quantité d'énergie qu'il faut dépenser dans leurs hélices pour la production de ce champ. Le premier, j'ai construit des électros très gros et très courts (expériences des ateliers du Chemin de fer du Nord en février 1883), au lieu d'employer des électro-aimants de petit diamètre, longs et nombreux, comme on l'avait fait dans la machine d'Edison qui figurait à l'Exposition de 1881. Mon exemple a été suivi avec un plein succès, et le champ magnétique des machines Edison, que l'on a construit depuis, a été considérablement amélioré uniquement en diminuant la longueur des électros et en grossissant leur noyau.

» Je pense que, si l'on construisait des électros d'un diamètre de 300^{mm} de noyau, au lieu de 200^{mm}, comme ceux que je viens de citer, il serait possible d'atteindre, pour l'intensité du champ compris dans un parallélépipède de 300^{mm} de côté et de 5^{mm} de hauteur, une intensité de 20000 unités en plaçant en regard deux électros aimantés en sens contraire animés par le même courant. »

CHIMIE. — *Recherches sur la décomposition du bicarbonate d'ammoniaque par l'eau et sur la diffusion de ses composants à travers l'atmosphère;* par MM. **Berthelot** et **André**.

« 1. Dans la nature, c'est en général en présence de l'eau que l'ammoniaque et l'acide carbonique peuvent réagir, au sein des terres, des eaux,

de l'atmosphère. Il est donc nécessaire d'étudier séparément la tension du bicarbonate d'ammoniaque sec, ce que nous venons de faire, et la décomposition du bicarbonate d'ammoniaque par l'eau, ainsi que la diffusion de ses composants en présence de ce menstrue. Voici nos résultats.

» 2. Nous avons employé deux dissolutions distinctes, l'une presque saturée, l'autre huit fois plus étendue. La solution concentrée avait été formée avec de l'eau et environ 124 grammes de sel cristallisé, le tout formant 1 litre; mais elle avait perdu rapidement au contact de l'atmosphère un douzième de son acide carbonique. Par suite, 25^{cc} de la liqueur contenaient, d'après dosage,

$$CO^2 = 1^{gr},591, \qquad AzH^3 = 0^{gr},665, \qquad R = \text{rapport équivalent} = 1,85.$$

» Ces 25^{cc} ont été placés dans un vase à fond plat, de surface égale à 70^{cq}, déposé dans un cristallisoir clos, au-dessus d'une capsule contenant 25^{cc} d'eau distillée. Le volume d'air contenu dans le cristallisoir était égal à 722^{cc}. On a disposé trois systèmes pareils, simultanément, vers 18° à 20°.

	Premier vase.	Deuxième vase.
État initial,	25^{cc} : $CO^2 = 1,691$; $AzH^3 = 0,665$; $R = 1,85$	25^{cc} : eau pure
Après 2 jours,	25^{cc} : $CO^2 = 1,1520$; $AzH^3 = 0,5556$; $R = 1,60$	25^{cc} : $CO^2 = 0,3122$; $AzH^3 = 0,1104$; $R = 2,1$
	CO^2 total dans les 2 vases $= 1,4651$;	$AzH^3 = 0,666$
	CO^2 dans l'atmosphère (calculé) $= 0,1249$;	AzH^3 négligeable.
Après 5 jours,	25^{cc} : $CO^2 = 0,9584$; $AzH^3 = 0,4544$; $R = 1,62$	25^{cc} : $CO^2 = 0,4682$; $AzH^3 = 0,2086$; $R = 1,73$
	CO^2 total dans les 2 vases $= 1,4266$;	$AzH^3 = 0,6626$,
	CO^2 dans l'atmosphère (calc.) $= 0,1644$;	AzH^3 très petite.
Après 8 jours,	25^{cc} : $CO^2 = 0,7998$; $AzH^3 = 0,3778$; $R = 1,63$	25^{cc} : $CO^2 = 0,6173$; $AzH^3 = 0,2866$; $R = 1,66$
	CO^2 total dans les 2 vases $= 1,4171$;	$AzH^3 = 0,6644$,
	CO^2 dans l'atmosphère (calc.) $= 0,174$;	AzH^3 très petite.

» On n'a pas poussé plus loin, regardant comme évident qu'au bout d'un temps suffisant la répartition deviendrait uniforme. Mais on voit qu'après deux jours un cinquième de l'ammoniaque seulement avait passé d'un vase à l'autre; après cinq jours, un tiers. L'acide carbonique au début passe en proportion plus forte que l'ammoniaque, et la liqueur absorbante renferme d'abord les deux gaz dans la proportion du bicarbonate : nous retrouverons le même fait avec la liqueur étendue. Il paraît donc que l'eau pure, mise en présence d'une atmosphère renfermant de petites quantités d'ammoniaque et une dose relativement plus forte d'acide

carbonique, tend à reformer de préférence du bicarbonate ; ce qui paraît explicable par la tension beaucoup plus forte que l'acide carbonique conserve dans l'atmosphère, en raison de sa moindre solubilité.

» Examinons la répartition des deux gaz, séparément, entre l'eau et l'atmosphère ambiante. Le rapport des volumes d'eau et d'air était 1 : 14,6 sensiblement. Si l'acide carbonique total avait été réparti entre ces deux espaces suivant la loi de Dalton, il n'aurait dû en rester qu'un seizième environ dans les liqueurs; tandis qu'en fait, celles-ci en ont retenu, même après huit jours, les huit neuvièmes; un neuvième seulement ayant passé dans l'atmosphère limitée qui les entourait. De même pour l'ammoniaque et l'eau pure : étant donnés les volumes employés et la solubilité normale du gaz ammoniac, l'atmosphère ambiante des vases aurait dû prendre environ la quarante-cinquième partie de ce gaz, soit $0^{gr},014$ environ; tandis que la dose observée après cinq jours, ou huit jours, ne s'est pas élevée au delà de $0^{gr},002$ à $0^{gr},003$.

» Il résulte de ces déterminations que l'on ne saurait appliquer à la diffusion de l'ammoniaque, passant de l'eau à l'air, en présence d'un excès d'acide carbonique, les calculs fondés sur les échanges gazeux qui se produiraient en l'absence d'un corps capable de s'unir à l'ammoniaque. L'équilibre développé en présence de l'acide carbonique tend à laisser dans l'eau une dose relative d'ammoniaque beaucoup plus considérable que ces calculs ne le supposent.

» La vitesse de la diffusion de l'ammoniaque pure est également très différente de celle de l'ammoniaque associée à l'acide carbonique. Pour nous en rendre compte, nous avons opéré comparativement, en plaçant dans des systèmes analogues au précédent :

» 1° 25^{cc} de la solution concentrée de bicarbonate d'ammoniaque

$$(CO^2 = 1,591;\ AzH^3 = 0,665)$$

et 25^{cc} d'eau pure;

» 2° 25^{cc} de cette même solution et 25^{cc} d'acide sulfurique titré;

» 3° 25^{cc} d'une solution d'ammoniaque pure, renfermant une dose d'ammoniaque très voisine ($0^{gr},627$) et 25^{cc} d'eau pure;

» 4° 25^{cc} de cette solution d'ammoniaque et 25^{cc} d'acide sulfurique titré.

» L'espace vide était de 722^{cc} environ.

» Voici les résultats obtenus au bout de 20 heures, à une température voisine de 18° à 20°. On a dosé seulement l'ammoniaque.

I. — *Solution concentrée de bicarbonate d'ammoniaque :* 25^{cc}.

	Premier vase.	Deuxième vase.	Atmosphère.
État initial : AzH^3 =	$\overset{gr}{0,658}$	0,00	0,0
20^h : En présence de l'eau, 25^{cc}..........	0,625	0,033	Négligeable.
20^h : En présence de l'acide titré, 25^{cc}.....	0,609	0,048	»

II. — *Solution d'ammoniaque pure de titre voisin :* 25^{cc}.

	Premier vase.	Deuxième vase.	Atmosphère.
État initial : AzH^3 =	0,627	0,0	0,0
20^h : En présence de l'eau, 25^{cc}..........	0,309	0,306	0,012
20^h : En présence de l'acide titré, 25^{cc}.....	0,011	0,617	Négligeable.

» Ainsi en 20 heures la répartition de l'ammoniaque pure entre les deux vases remplis d'eau était sensiblement uniforme, et la dose diffusée dans l'atmosphère correspondante, conforme aux lois de la solubilité. Au contraire, dans le même temps, un vingtième seulement de l'ammoniaque avait passé de la solution de bicarbonate dans l'eau pure, l'atmosphère correspondante n'en retenant que des traces. L'acide carbonique d'ailleurs passe en dose relativement plus forte dans la solution la plus diluée; car l'analyse a donné, dans une expérience analogue :

Rapport équivalent initial.... 1,85.

		Premier vase.	Deuxième vase.
Plus tard.......	CO^2...	$\overset{gr}{1,2185}$	0,1134
	AzH^3..	0,6092	0,0451
Rapport équivalent final....		1,54	1,94

» Ceci est conforme aux observations précédentes.

» Enfin les expériences faites en présence de l'acide sulfurique titré montrent que cet acide exerce une influence toute différente sur une solution de bicarbonate et sur une solution aqueuse d'ammoniaque pure.

» Cette dernière ne retenait plus qu'un centième et demi d'alcali au bout de 20 heures; l'absorption de l'ammoniaque par un acide fixe, qui en anéantit la tension, accélérant la diffusion de cet alcali.

» Au contraire, dans le même temps, la solution du bicarbonate a cédé à l'acide sulfurique à peine plus d'ammoniaque qu'à l'eau pure : ce qui est une nouvelle preuve de la faible tension de cet alcali en présence d'un excès d'acide carbonique gazeux. Avec des solutions plus étendues, cette différence s'efface encore plus complètement. Ce sont là, d'ailleurs, les conditions normales des échanges naturels entre l'air et les eaux naturelles.

» 3. Donnons maintenant les résultats obtenus avec une solution étendue de bicarbonate d'ammoniaque soumise à des épreuves analogues, suivant les mêmes rapports de volumes et toujours vers 18° à 20°.

» Cette solution renfermait dans 25^{cc} : environ $0^{gr},400$ de bicarbonate cristallisé; le rapport équivalent de l'acide à l'alcali dissous était sensiblement 2 : 1, comme l'analyse l'a montré.

» Voici d'abord les expériences progressives :

		Premier vase.	Deuxième vase.	Atmosphère (722^{cc}).
Etat initial : 25^{cc} renfermant..	CO^2.........	$0^{gr},2257$	25^{cc} eau pure	0,0
	AzH^3........	$0^{gr},0842$		
Rapport équivalent........		2 sensiblement		
Après 20^h.......	CO^2.........	$0^{gr},1409$	$0^{gr},0115$	$0^{gr},0433$
	AzH^3........	$0^{gr},0669$	$0^{gr},0173$	Négligeable.
Rapport équivalent........		1,6	1,9	
Après 5 jours...	CO^2.........	» »	$0^{gr},0769$	» »
	AzH^3........	$0^{gr},0522$	$0^{gr},0325$	Négligeable.
Rapport équivalent..........................			1,84	
Après 7 jours...	CO^2.........	$0^{gr},1015$	$0^{gr},0867$	$0^{gr},0375$
	AzH^3........	$0^{gr},0456$	$0^{gr},0382$	Négligeable.
Rapport équivalent........		1,76	1,76	

» Citons aussi les expériences faites comparativement avec une solution d'ammoniaque de même titre; les deux liqueurs (25^{cc}) étant pareillement mises en présence de l'eau pure d'une part (25^{cc}), de l'acide sulfurique d'autre part, dans un espace limité, contenant 722^{cc} d'air, vers 18° à 20°, pendant 20 heures.

I. — *Solution étendue de bicarbonate d'ammoniaque.*

	Premier vase.	Deuxième vase.
	gr	gr
État initial : AzH^3..........................	0,084	0,0
En présence de l'eau, 25^{cc}....................	0,075	0,010
En présence de l'acide titré, 25^{cc}..............	0,073	0,010

II. — *Solution d'ammoniaque pure de titre voisin.*

	Premier vase.	Deuxième vase.	Atmosphère.
	gr	gr	
État initial AzH^3..............	0,083	0,0	0,0
En présence de l'eau, 25^{cc}........	0,041	0,040	0,002
En présence de l'acide titré, 25^{cc}.	0,010	0,074	Négligeable

» Ces résultats sont conformes de tous points avec ceux qui ont été fournis par une solution plus concentrée. Le sel ammoniacal n'était pas encore réparti uniformément entre les deux volumes d'eau, même après sept jours. Le transport apparent a eu lieu de même dans des proportions voisines du bicarbonate au début, pour la liqueur la plus étendue; les liqueurs réunies ont retenu les quatre cinquièmes de l'acide carbonique, au lieu d'en abandonner la majeure partie à l'atmosphère du vase; et elles ont gardé la quasi-totalité de l'ammoniaque, au lieu d'en céder une fraction notable à cette atmosphère.

» Enfin, au bout de 20 heures, la solution de bicarbonate avait cédé à l'eau un huitième seulement de son ammoniaque et, sensiblement, la même dose relative à l'acide sulfurique : ce qui est caractéristique. Au contraire, la solution d'ammoniaque pure de même titre avait partagé également avec l'eau son alcali; tandis qu'elle en avait cédé à l'acide sulfurique la majeure partie.

» Tous ces faits concourent à établir qu'en présence d'un excès d'acide carbonique le transport de l'ammoniaque, à travers l'atmosphère et jusqu'à une liqueur aqueuse, se fait suivant des lois toutes différentes de celles du transport de l'ammoniaque en présence d'un gaz inerte. Tandis que ce dernier est réglé par la tension des dissolutions aqueuses d'ammoniaque; au contraire le transport en présence de l'acide carbonique ne dépend pas, pour sa portion principale du moins, de la tension de l'ammoniaque totale du sel, assimilée à celle de cet alcali pur; mais elle dépend surtout de la tension comparative de l'acide carbonique dans les liqueurs et dans l'atmosphère qui le retient. En un mot, c'est la diffusion de l'acide carbonique qui règle la décomposition par l'eau du bicarbonate d'ammoniaque et par suite le transport de l'ammoniaque. Ce sont là des données capitales pour l'étude, même purement physique, et indépendamment de la végétation, de la circulation des gaz entre le sol, les eaux et l'air atmosphérique. »

ANTHROPOLOGIE GÉNÉRALE. — *Note de M.* DE QUATREFAGES *accompagnant la présentation de son Ouvrage intitulé :* « *Introduction à l'étude des races humaines* » (1).

« Ce Volume est le premier de la *Bibliothèque d'Ethnologie* que nous entreprenons de publier, M. Hamy et moi.

(1) Un volume gr. in-8°, avec 225 gravures dans le texte, 4 planches et 2 cartes.

» J'ai résumé très brièvement dans ce Volume les notions exposées avec plus ou moins de détails dans mes Ouvrages précédents. En revanche, j'ai insisté sur un certain nombre de questions, que je m'étais jusqu'ici borné à indiquer, ou que j'avais même laissées entièrement de côté, ne regardant pas comme suffisants les documents acquis et que les faits, découverts depuis quelques années, m'ont permis d'aborder.

» Un des plus importants est que, dès les temps quaternaires, l'homme occupait la terre entière et avait atteint les extrémités de ce que nous appelons l'*Ancien* et le *Nouveau* continent. Certes, on devait s'attendre à quelque chose de semblable. Il aurait été bien étrange que nos régions européennes occidentales eussent seules été habitées antérieurement à l'époque géologique actuelle; mais les faits vont bien au delà de ce qu'il eût été permis de présumer, il y a fort peu d'années. La présence de l'homme fossile a été constatée sur divers points : en Asie, de la Mongolie au Liban et dans l'Inde; en Afrique, dans la région méditerranéenne et au Cap; en Amérique, du bassin de la Delaware et des montagnes Rocheuses jusqu'aux pampas de Buenos-Ayres et en Patagonie.

» A elle seule, cette ubiquité de l'homme quaternaire autoriserait à admettre que l'espèce humaine date de l'époque précédente. Mais les preuves directes de l'existence de l'homme tertiaire se sont multipliées depuis quelques années. J'ai pu apporter ma part de renseignements sur ce sujet, grâce à une collection de silex de Puy-Courny (miocène supérieur) qu'a bien voulu m'envoyer M. Rames. L'un de ces silex, figuré dans mon Volume, porte à la fois un plan de frappe très marqué, trois bulbes de percussion, et sur sa tranche de petites écaillures, toutes dirigées dans le même sens et que j'ai pu reproduire en raclant un os avec un éclat de silex. Évidemment, cette pièce a été façonnée par un homme qui s'en est servi comme d'un grattoir.

» Il me paraît donc démontré que l'homme a vécu en Europe à l'époque tertiaire. En a-t-il été de même en Amérique? J'ai examiné cette question avec quelque détail; et, malgré l'autorité de MM. Whitney et Ameghino, j'ai cru devoir partager l'opinion des savants qui ont répondu par la négative. On trouvera peut-être un jour l'homme tertiaire en Amérique, mais on ne l'y a pas encore rencontré.

» Nous ne connaissons encore les races fossiles asiatiques et africaines que par les produits de leur industrie. Nous sommes plus heureux en ce qui concerne l'Amérique. On sait que Lund avait extrait des cavernes de Lagoa Santa, au Brésil, des restes humains faisant partie d'une faune que notre éminent Confrère M. Gaudry regarde comme ayant été à peu près

contemporaine de notre âge du renne. Bien plus tard, M. Ameghino découvrit l'homme des pampas et M. Roth a trouvé assez récemment, sous une carapace de Glyptodon, le squelette d'un individu dont la tête a pu être reconstituée. Grâce à M. Carl Vogt, j'ai eu deux photographies de cette pièce précieuse. Bien qu'elle soit en fort mauvais état, il est facile de reconnaître que cette tête est brachycéphale; celles de Lagoa-Santa sont dolichocéphales. Mais les unes et les autres sont hypsisténocéphales et se distinguent par ce caractère de toutes nos races fossiles européennes.

» Quant à ces dernières, la découverte de M. Ragazzoni, à laquelle on ne peut opposer que des objections théoriques, permet de remonter jusqu'aux temps où se déposait le miocène supérieur. Or le crâne féminin de Castenedolo, comparé au crâne également féminin, mais quaternaire, de l'Olmo, présente avec ce dernier une ressemblance telle qu'on ne peut que les rattacher l'un et l'autre à la même race. La race de Canstadt, que M. Hamy et moi avions déjà regardée comme la plus ancienne race quaternaire, remonte donc jusqu'aux temps tertiaires et leur a survécu.

» A cette race, que l'on doit considérer jusqu'à présent comme l'aînée de toutes les populations humaines, sont venues s'ajouter, pendant l'époque quaternaire, cinq autres races que M. Hamy et moi avons caractérisées dans nos *Crania ethnica*. On sait que ces races sont arrivées chez nous successivement et à des époques différentes, que les beaux travaux de Lartet ont permis de distinguer et de dater relativement.

» Aucune de ces races, sauf peut-être celle de la Truchère, n'a disparu. Elles sont encore représentées dans les populations actuelles. La race tertiaire de Canstadt elle-même reparaît parfois d'une manière erratique en Europe et formait naguère en Australie le fond d'une tribu aujourd'hui, paraît-il, à peu près entièrement détruite. La race de Cro-Magnon, qui a laissé de si curieux témoignages de ses aptitudes artistiques, s'est étendue de notre Vézère jusqu'aux Canaries, où elle était représentée par les vrais Guanches, dont il reste encore de nombreux descendants. Ce fait, signalé d'abord par M. Hamy, a été mis hors de doute par un excellent travail de M. Verneau, qui s'imprime en ce moment. Quant aux races de Grenelle et de Furfooz, on les retrouve à Paris même, comme dans la vallée de la Lesse et aux environs d'Anvers.

» Le même fait s'est produit en Amérique. MM. de Lacerda et Peixoto avaient montré que la race de Lagoa Santa a fourni un des éléments ethnologiques des tribus botocudos. J'ai étendu ce résultat à diverses autres

populations réparties à travers les Andes et de l'Atlantique au Pacifique. Des études semblables, faites sur la race des Pampas, conduiront à coup sûr à des conclusions analogues.

» Quelques archéologues éminents ont admis qu'après l'époque quaternaire ou paléolitique, il s'était produit une sorte d'hiatus et que la chaîne des populations avait été comme brisée. Mais, en rapprochant les faits que Worsaae et Morlot avaient recueillis dans les kjækkenmæddings danois de ceux qu'ont fait connaître les savants portugais et M. Cartailhac, il m'a été facile de montrer qu'il n'en est rien. En réalité, les débuts de l'époque géologique actuelle sont marqués par l'arrivée en Europe de tribus qui conservaient encore les industries rudimentaires de la période précédente, et dont les plus avancées n'avaient encore d'autre animal domestique que le chien. J'ai proposé de donner à cette période, dont la durée a d'ailleurs dû être relativement courte, le nom de ce vieux serviteur de l'homme. C'est une sorte d'extension de la nomenclature de Lartet.

» Après les hommes de l'âge du chien apparaissent ceux de la pierre polie. Ici, la Géologie, la Zoologie nous font défaut et nous ne pouvons plus échelonner dans le temps la venue de ces populations nouvelles. Mais la diversité de leurs caractères craniologiques et d'autres circonstances que je ne saurais rappeler ici montrent que, à cette époque comme précédemment, l'Europe a reçu successivement, à des intervalles de temps plus ou moins éloignés, tantôt sur un point, tantôt sur un autre, les tribus qui apportaient tout un nouvel état de choses.

» Il en a été de même aux âges du cuivre, du bronze et du fer; et enfin se montrent les envahisseurs dont la légende ou l'histoire ont gardé le souvenir.

» Ainsi, c'est par voie d'immigrations successives et espacées dans le temps que l'Europe s'est peuplée. Considérée à ce point de vue, cette partie du monde nous apparaît comme une sorte d'estuaire, recevant d'âge en âge et par intermittence des espèces de *raz de marée* qui poussent et accumulent dans nos contrées des flots humains d'origines et de races diverses. Là, ces races se sont juxtaposées, mêlées ou fusionnées, et nous en sommes les descendants.

» Bien que diverses circonstances, et en particulier les conditions géographiques et orographiques, aient sans doute amené des modifications secondaires dans les mouvements et la succession des populations, ce qui s'est passé en Europe n'a pu que se passer ailleurs. Tout ce que nous savons sur ce sujet confirme cette conclusion.

» On est ainsi amené à se demander quel lieu du globe a pu être le point de départ premier de ces mouvements d'expansion et comment, dès l'époque quaternaire, l'homme a pu atteindre l'extrémité des continents. J'ai cru que je pouvais aborder ce double problème en ajoutant aux faits que je viens d'indiquer, à quelques autres du même ordre, des données empruntées à la Paléontologie, à la Géologie et jusqu'à l'Histoire classique. Un certain nombre de faits précis permet de placer le centre d'apparition, autrement dit le berceau de l'espèce humaine, dans l'extrême nord de l'Asie. C'est là qu'ont commencé, dès l'époque tertiaire, les émigrations primitives dont j'ai essayé d'esquisser le tableau et sur lesquelles l'apparition des froids glaciaires a évidemment exercé une grande influence.

» C'est encore en Asie qu'ont pris naissance les trois types fondamentaux auxquels on peut rapporter toutes les populations actuelles. C'est ce que met, je crois, bien en évidence, une Carte que j'ai dressée. Tout autour du massif central sont distribuées des populations blanches, jaunes et noires, tantôt pures, tantôt plus ou moins métissées. En outre, les trois types linguistiques, et une foule de langues qui les relient l'un à l'autre, sont représentés dans les mêmes régions. Cette contrée a été le *centre de caractérisation* des types ethniques essentiels; elle a certainement joué un rôle très considérable dans l'histoire anthropologique de l'humanité; et j'essayerai plus tard de résumer ce que la Science actuelle permet de dire ou de conjecturer sur ce sujet.

» Je n'avais pas à entrer ici dans des détails relatifs aux migrations des populations modernes. Toutefois j'ai cru devoir rappeler l'attention sur les migrations océaniennes, si instructives à tant d'égards. A l'aide de documents nouveaux, j'ai complété la Carte des migrations polynésiennes, que j'avais publiée après Horatio Hale. J'y ai figuré en outre les migrations mélanésiennes, moins connues mais bien curieuses aussi. Je rappellerai qu'en arrivant à la Nouvelle-Zélande, vers le commencement du XVe siècle, les Maoris trouvèrent dans ces îles des Papouas, dont les descendants forment encore le fond de certaines tribus.

» Pour ne pas abuser des moments de l'Académie, je ne dirai rien des autres Chapitres de ce Livre et me bornerai à indiquer l'esprit dans lequel a été rédigé ce qui est relatif aux caractères physiques qui distinguent les races humaines.

» Pour ces caractères, comme pour les autres, je n'ai pas cherché à faire une énumération complète et détaillée. Je me suis attaché seulement à

préciser la véritable signification des principaux et à en apprécier la valeur relative.

» Les particularités anatomiques, celles surtout qui ressortent de l'examen du crâne, occupent incontestablement le premier rang, quand il s'agit de caractériser ou de déterminer une race humaine; mais il ne faut pas leur demander plus qu'elles ne peuvent donner et leur attribuer une portée qu'elles n'ont pas. Sous l'empire de certaines idées préconçues, on a voulu établir une relation intime entre certains caractères physiques et les facultés intellectuelles ou morales; on a cru pouvoir juger de l'infériorité ou de la supériorité d'une race par la simple inspection du corps.

» J'ai montré par bien des exemples combien était peu fondée cette manière d'agir. En prenant la race blanche pour terme de comparaison, il m'a été facile de montrer que les caractères ethniques différenciels tiennent, le plus souvent, à un léger arrêt ou à un faible excès d'évolution organique, lesquels sont manifestement sans influence sur le développement des facultés qui élèvent ou abaissent les races humaines.

» En somme, dans ce Chapitre comme dans tout l'Ouvrage, je suis resté strictement sur le terrain des Sciences naturelles, lors même qu'il s'est agi des caractères intellectuels, moraux ou religieux; et je me suis efforcé d'y amener les futurs collaborateurs de la *Bibliothèque d'Ethnologie*.

» Grâce à l'intelligente libéralité de l'éditeur, M. Hennuyer, j'ai pu multiplier les figures qui expliquent et souvent complètent le texte. Elles reproduisent en général des objets empruntés soit à nos collections publiques, soit à des collections particulières, qui m'ont été libéralement ouvertes. En outre, un certain nombre d'auteurs et d'éditeurs, français et étrangers, m'ont autorisé à reproduire divers dessins publiés par eux. Je suis heureux de remercier publiquement toutes les personnes qui ont bien voulu contribuer à rendre mon livre plus intéressant et plus instructif. »

COSMOLOGIE. — *Météorite tombée le 27 janvier 1886 dans l'Inde, à Nammianthul, province de Madras.* Note de M. **Daubrée.**

« M. Medlicott, directeur général du *Geological Survey* de l'Inde, nous a donné une nouvelle preuve de sa libéralité en m'adressant un échantillon d'une météorite tombée dans l'Inde, le 27 janvier dernier, à Nammianthul, dans la province de Madras.

» Cette météorite, du groupe des sporadosidères oligosidères, en présente les caractères ordinaires; la structure chondritique n'y est pas aussi prononcée qu'il arrive quelquefois. Sa cassure, d'un gris cendré, présente des granules de fer natif de petite dimension et extrêmement nombreux. Des taches ocreuses témoignent de son altérabilité à l'air, corrélative sans doute de la présence du protochlorure de fer. Comme d'ordinaire, la croûte noire est mate; une plaque mince examinée au microscope montre, comme dans les météorites les plus communes, des chondres radiés d'enstatite associés à des grains de péridot.

» Parmi les météorites de la collection du Muséum, je citerai, comme s'en rapprochant le plus par l'ensemble de leurs caractères, celles tombées le 13 décembre 1795 à Wold Cottage, en Yorkshire, le 19 mai 1826 à Paulograd, gouvernement d'Ekaterinoslaw, et celle qu'on a trouvée en 1874 aux États-Unis, à Waconda, dans le Kansas. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ÉLECTRICITÉ. — *Expériences de transport de force au moyen des machines dynamo-électriques couplées en série.* Note de M. **Hippolyte Fontaine**, présentée par M. Mascart.

(Commissaires : MM. Bertrand, Becquerel, Cornu, Maurice Lévy, Marcel Deprez, Mascart.)

« Depuis 1873, date de nos premières expériences sur le transport des forces par l'électricité, nous avons réalisé un grand nombre d'applications industrielles dans les usines, les arsenaux et les mines.

» Ces installations comprennent généralement une machine Gramme génératrice et une réceptrice. Dans certains cas, on a employé plusieurs réceptrices d'inégales vitesses et de puissances variables, indépendantes les unes des autres. Le maximum de force utile transmise a été de 20^{chx} et la plus grande résistance de la ligne de 8 ohms.

» Le poids total des machines génératrices et réceptrices correspond à environ 200^{kg} par cheval transporté (1) et le prix du matériel est approximativement de 3^{fr} le kilogramme.

---

(1) Pour certaines applications tout à fait exceptionnelles, M. Gramme est parvenu

» La Compagnie électrique, propriétaire des brevets de M. Gramme, a bien voulu, pour ces essais, mettre à notre disposition son laboratoire, son matériel et son personnel.

» Les machines Gramme employées ont été établies par l'inventeur sur un nouveau type appelé *type supérieur;* elles sont aussi identiques entre elles que le permet une construction industrielle.

» Le générateur d'électricité est constitué par quatre machines couplées en tension et actionnées directement par deux grandes poulies au moyen de galets de friction. Les deux poulies sont calées sur un même arbre recevant le mouvement du volant de la machine motrice par l'intermédiaire d'une simple courroie. Les machines Gramme sont placées de chaque côté des poulies, de manière à équilibrer les pressions latérales sur les paliers.

» L'appareil récepteur est formé de trois machines Gramme également disposées en séries et reliées entre elles par des manchons élastiques, système Raffard. Un frein de Prony est placé entre deux des machines de ce groupe.

» L'ensemble de l'installation électrique se compose ainsi de sept machines Gramme : quatre en série, au départ, pour produire le courant, et trois en série, à l'arrivée, pour fournir le travail utilisable.

» L'induit des machines est un anneau Gramme ordinaire de $0^{m},30$ de diamètre et de $0^{m},35$ de longueur, composé de 200 bobines élémentaires, enroulées sur un cercle en fil de fer; sa résistance entre les balais est de $4^{ohms},75$. L'inducteur est un électro-aimant en fer à cheval formé d'un seul bloc de fonte, lequel comprend : le socle de la machine, les noyaux recevant le fil, les pièces polaires et un des paliers. Le second palier est l'unique pièce rapportée dans cette construction qui se présente ainsi dans les meilleures conditions possibles de stabilité et de simplicité.

» La résistance de l'inducteur est de $6^{ohms},65$. L'ensemble de la machine, induit et inducteur, a une résistance totale de $11^{ohms},40$.

» Des essais préalables ont montré : 1° qu'il ne fallait pas dépasser 11 ampères lorsqu'on voulait fonctionner sans échauffement anormal pendant vingt-quatre heures consécutives; 2° que la force électromotrice de

---

à faire des machines ne pesant, la paire, que 50^{kg} par cheval transporté; mais ces appareils sont d'un prix beaucoup trop élevé pour être employés industriellement. Il n'est question ici que d'applications courantes et essentiellement pratiques.

1600 volts était un maximum pratique au delà duquel le rendement électrique diminuait. Cette force électromotrice correspondait à la vitesse d'environ 1400 tours par minute.

» Le rendement électrique est de 79 pour 100 à 600 tours, de 81 pour 100 à 1400 tours.

» Ayant mis les sept machines en marche et interposé entre les deux groupes une résistance de 100^{ohms}, nous avons, tout d'abord, constaté qu'il était possible, avec cette installation, de transporter une force de 50^{chx} dans des conditions réellement pratiques.

» Pour connaître le rendement industriel, nous avons pris les diagrammes sur le cylindre de la machine à vapeur, en actionnant alternativement tantôt les machines Gramme génératrices et tantôt un frein de Prony.

» De cette manière, nous avons pu estimer avec une approximation suffisante la force dépensée pendant chacune de nos expériences.

» Voici les résultats obtenus le 19 octobre 1886 :

Vitesse de la machine à vapeur	56	tours.
Vitesse des machines Gramme génératrices	1298	tours par minute.
Différence de potentiel aux bornes de la 1re machine	1490	volts.
» 2e »	1505	»
» 3e »	1493	»
» 4e »	1508	»
Différence de potentiel à l'origine de la ligne conductrice	5896	»
Intensité du courant	9,34	ampères.
Résistance de la ligne	100	ohms.
Travail sur le piston de la machine à vapeur	112,8	chevaux.
Rendement de la machine à vapeur	85	pour 100.
Travail reçu par les génératrices et la transmission mécanique	95,88	chevaux.
Vitesse des machines réceptrices	1120	tours.
Travail recueilli au frein	49,98	chevaux.
Rendement industriel	52	pour 100.

» Dans une expérience faite le 20 octobre, en présence de M. Potier, professeur à l'École Polytechnique, nous avons obtenu au frein $50^{chx},3$ avec une résistance de $99^{ohms},9$ entre les machines et les mêmes diagrammes que la veille à l'indicateur.

» Ces expériences prouvent qu'il est possible de transmettre une force effective de 50^{chx} à travers une résistance de 100 ohms, avec un rendement

industriel supérieur à 50 pour 100, en employant des machines électriques n'ayant aux bornes qu'une différence de potentiel de 1500 volts.

» Nous ajouterons que les sept machines Gramme employées ne pèsent en tout que 8400^{kg}.

» Le poids du métal, socles compris, est donc de 167^{kg} par force de cheval transporté à travers une résistance de 100 ohms. »

M. Launette adresse une Note *Sur les causes des maladies de la vigne.*

(Renvoi à la Commission du Phylloxera).

CORRESPONDANCE.

M. F. Lefort offre à l'Académie une transcription du manuscrit relatif à la théorie de la Lune que J.-B. Biot avait rédigé et qui devait former le sixième et dernier Volume de la 3e édition de son *Traité d'Astronomie physique.*

Les deux tomes adressés par M. Lefort comprennent 446 feuillets disposés pour l'impression. Ils seront conservés dans les Archives de l'Académie.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les surfaces algébriques susceptibles d'une double infinité de transformations birationnelles.* Note de M. E. Picard, présentée par M. Hermite.

« J'ai démontré récemment que les surfaces algébriques, qui peuvent être transformées en elles-mêmes par une substitution birationnelle renfermant deux paramètres arbitraires, étaient du genre 0 ou 1. Nous compléterons ce théorème en cherchant toutes les surfaces algébriques susceptibles d'une telle transformation. Le résultat de cette recherche est, comme on va voir, extrêmement simple. On démontrera d'abord que la relation entre deux points correspondants (x, y, z) et (x', y', z') mise sous forme différentielle, par l'élimination des deux paramètres, peut s'écrire

$$P(x,y,z)\,dx + Q(x,y,z)\,dy = P(x',y',z')\,dx' + Q(x',y',z')\,dy',$$
$$P_1(x,y,z)\,dx + Q_1(x,y,z)\,dy = P_1(x',y',z')\,dx' + Q_1(x',y',z')\,dy',$$

les P et Q étant des fonctions rationnelles. De plus, chacune des expressions

$$P\,dx + Q\,dy \quad \text{et} \quad P_1\,dx + Q_1\,dy$$

est une différentielle totale exacte. On montrera enfin que les deux équations aux différentielles totales

$$(1) \qquad \begin{cases} P\,dx + Q\,dy = du, \\ P_1\,dx + Q_1\,dy = dv \end{cases}$$

donnent pour x, y, z des fonctions uniformes de u et v. De là résulte le théorème suivant : *Pour toute surface susceptible d'une double infinité de transformations birationnelles, les coordonnées d'un point quelconque s'expriment par des fonctions uniformes de deux paramètres*. Comme le montrent les équations (1), ces fonctions sont des fonctions quadruplement périodiques ou des dégénérescences de telles fonctions.

» J'ai, dans ma Communication du 11 octobre, considéré les équations différentielles du second ordre de la forme

$$(2) \qquad f(y, y', y'') = 0,$$

f étant un polynôme. Le théorème précédent permet de démontrer une propriété fondamentale de cette équation, quand son intégrale générale est uniforme. Tout d'abord, dans cette hypothèse, la surface représentée par l'équation (2) sera susceptible d'une transformation birationnelle renfermant au moins un paramètre arbitraire. Si le paramètre est unique, l'équation s'intégrera par les fonctions elliptiques, car on peut aisément montrer qu'il y a alors une relation algébrique entre y et y'. Dans le cas contraire, *on pourra exprimer y, y' et y'' par des fonctions abéliennes de deux paramètres (ou dégénérescences de telles fonctions)*.

» Ce résultat important permet de faire l'étude complète de l'équation (2) quand son intégrale générale est uniforme ; c'est ce que je développerai dans un travail étendu concernant ces équations. Je veux simplement ici, en terminant, indiquer le résultat concernant le cas en quelque sorte général, qui est en même temps le plus simple, c'est-à-dire celui où y, y' et y'' peuvent s'exprimer par des fonctions uniformes ayant *effectivement* quatre couples de périodes. *L'intégrale générale de l'équation différentielle sera nécessairement dans ce cas*

$$y = \varphi(ax + C, a'x + C'),$$

a et a' étant deux constantes, C et C′ étant arbitraires, et $\varphi(u, v)$ représentant une fonction quadruplement périodique de u et v. Nous avons fait dans la Communication rappelée l'étude complète de ce cas. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les transformations des surfaces en elles-mêmes*. Note de M. **H. Poincaré**, présentée par M. Hermite.

« M. Picard a démontré que, si une surface admet une double infinité de transformations birationnelles en elles-mêmes, les coordonnées d'un point de la surface peuvent s'exprimer par des fonctions abéliennes de deux paramètres. Dans certains cas, toutefois, ces fonctions abéliennes peuvent dégénérer en fonctions triplement périodiques, en fonctions elliptiques ou même en fonctions rationnelles.

» J'ai retrouvé le même résultat par une autre voie, et ma démonstration, quoique moins simple et moins directe que celle de M. Picard, me semble néanmoins digne de quelque intérêt, parce qu'elle nous fournit un exemple d'un type de raisonnement qui peut être utile dans d'autres circonstances.

» 1. Les transformations de la surface S en elle-même forment un groupe continu, et ce sont les propriétés les plus connues de ces groupes qui seront mon point de départ. Considérons une des substitutions infinitésimales de ce groupe et les diverses puissances de cette substitution. Ces puissances formeront un sous-groupe dépendant d'un seul paramètre arbitraire t, de sorte que l'une quelconque d'entre elles pourra s'écrire

$$(1)\quad x' = \varphi_1(x, y, z, t), \qquad y' = \varphi_2(x, y, z, t), \qquad z' = \varphi_3(x, y, z, t),$$

φ_1, φ_2 et φ_3 étant rationnels par rapport à x, y, z, mais non par rapport à t. Soient S_1 et S_2 les deux substitutions obtenues en faisant successivement $t = t_1$ et $t = t_2$, *ces deux substitutions seront permutables*. Mais il y a plus, on peut choisir le paramètre t de telle façon que la résultante de S_1 et de S_2 s'obtienne en faisant $t = t_1 + t_2$.

» Soient maintenant (x_0, y_0, z_0) un point quelconque de la surface S; et C la courbe lieu des divers transformés de ce point par les substitutions (1). Ces substitutions transformeront la courbe C en elle-même.

» Soient (x_1, y_1, z_1), (x_2, y_2, z_2), (x_3, y_3, z_3) les transformés de (x_0, y_0, z_0) par S_1, par S_2 et par $S_1 S_2 (t = t_1 + t_2)$. Nous pourrons nous servir,

pour définir la substitution S_1, non plus du paramètre t_1, mais des trois paramètres x_1, y_1, z_1 supposés liés par les équations C. Alors (x_3, y_3, z_3) est le transformé de (x_2, y_2, z_2) par S_1; c'est aussi le transformé de (x_1, y_1, z_1) par S_2. Il en résulte que x_3, y_3, z_3 sont des fonctions rationnelles à la fois par rapport à x_1, y_1, z_1, et par rapport à x_2, y_2, z_2, et d'ailleurs symétriques par rapport à ces deux systèmes de quantités. J'écrirai

$$(2)\quad \begin{cases} x_3 = \psi_1(x_1, y_1, z_1, x_2, y_2, z_2); \\ y_3 = \psi_2(x_1, y_1, z_1, x_2, y_2, z_2); \\ z_3 = \psi_3(x_1, y_1, z_1, x_2, y_2, z_2), \end{cases}$$

ψ_1, ψ_2 et ψ_3 étant rationnels.

» D'après ce qui précède, si les deux points (x_1, y_1, z_1), (x_2, y_2, z_2) sont sur la courbe C, il en sera de même du point (ψ_1, ψ_2, ψ_3).

» 2. Je dis maintenant que, si les deux points (x_1, y_1, z_1), (x_2, y_2, z_2) sont sur la surface S sans être sur C, il en sera de même du point

$$(\psi_1, \psi_2, \psi_3).$$

Supposons d'abord, en effet, que le point (x_1, y_1, z_1) restant fixe et demeurant sur C, on fasse varier le point (x_2, y_2, z_2). En exprimant que le point (ψ_1, ψ_2, ψ_3) se trouve sur S, on trouve une relation entre x_2, y_2, z_2, qui est l'équation d'une surface algébrique. Si cette surface se confond avec S, le théorème est démontré; si elle diffère de S, c'est que la courbe C est algébrique, et l'on retombe sur le cas traité par M. Picard dans sa deuxième Note. On raisonnerait de la même façon dans le cas où l'on ferait varier simultanément les deux points.

» Si donc nous regardons x_1, y_1, z_1 comme des paramètres liés par l'équation de la surface S, x_2, y_2, z_2 comme un point donné, x_3, y_3, z_3 comme le point transformé, les équations (2) représenteront un groupe de transformations de S en elles-mêmes, dépendant de deux paramètres. Deux substitutions quelconques de ce groupe sont permutables. Il en résulte que nous pouvons définir une substitution de ce groupe non plus par trois paramètres (x_1, y_1, z_1), mais par deux paramètres indépendants (t_1, u_1), et choisir ces deux paramètres, de telle sorte que la résultante des substitutions (t_1, u_1) et (t_2, u_2) soit $(s_1 + t_2, u_1 + u_2)$.

» Si donc nous considérons x_1, y_1, z_1 comme des fonctions de t_1 et u_1,

nous aurons

$$x_1 = f_1(t_1, u_1), \quad y_1 = f_2(t_1, u_1), \quad z_1 = f_3(t_1, u_1),$$
$$x_2 = f_1(t_2, u_2), \quad y_2 = f_2(t_2, u_2), \quad z_2 = f_3(t_2, u_2),$$
$$x_3 = f_1(t_1 + t_2, u_1 + u_2),$$
$$y_3 = f_2(t_1 + t_2, u_1 + u_2),$$
$$z_3 = f_3(t_1 + t_2, u_1 + u_2).$$

» 3. Je dirai que trois fonctions x, y, z de deux variables t et u ont un théorème d'addition, si leurs valeurs pour $t = t_1 + t_2$, $u = u_1 + u_2$ sont des fonctions rationnelles des valeurs qu'elles prennent pour $t = t_1$, $u = u_1$ et pour $t = t_2$, $u = u_2$. Je dis maintenant que, si des fonctions admettent un théorème d'addition, elles sont uniformes dans tout le plan. En effet, leurs valeurs pour $t = 2t_1$, $u = 2u_1$ sont des fonctions rationnelles de leurs valeurs pour $t = t_1$, $u = u_1$. Si donc ces fonctions sont uniformes quand les modules de t et de u sont plus petits que ρ, elles le seront encore quand ces modules sont plus petits que 2ρ, et par conséquent dans tout le plan.

» Ce principe, une fois démontré, peut être souvent très utile. Il peut servir, par exemple, à démontrer rigoureusement le théorème fondamental du Chapitre *Monodromie* de la *Théorie des fonctions abéliennes* de Clebsch. Dans le cas qui nous occupe, il montre que les trois fonctions f_1, f_2 et f_3, qui ont un théorème d'addition, sont uniformes. Les coordonnées d'un point de S peuvent donc s'exprimer par des fonctions uniformes de deux paramètres, d'où il est aisé de déduire le théorème de M. Picard.

» 4. M. Fuchs a cherché les conditions pour que l'intégrale générale d'une équation différentielle n'ait qu'un nombre fini de points singuliers. J'ai fait voir que, pour une équation du premier ordre, ces conditions ne peuvent être remplies que si l'équation peut être ramenée aux équations linéaires, ou bien est intégrable, soit algébriquement, soit par quadratures. Ce qui précède montre qu'il en est encore de même pour les équations d'ordre supérieur. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Extension du théorème de Riemann-Roch aux surfaces algébriques.* Note de M. **M. Noether**, présentée par M. Hermite.

« Je vais d'abord expliquer quelques dénominations dont je ferai usage dans les énoncés suivants :

» Pour une surface algébrique de degré $m, f(x, y, z) = 0$, j'ai déjà, en 1874 (¹), introduit deux nombres qui sont invariantifs pour toutes les transformations birationnelles, c'est-à-dire qui sont les mêmes pour toutes les surfaces correspondant point par point à $f = 0$.

» Soient φ_i des polynômes entiers de x, y, z de degré $m - 4$, adjoints à f; c'est-à-dire $\varphi_i = 0$ des surfaces φ_i d'ordre $m - 4$, qui auront pour courbe multiple d'ordre $\gamma - 1$ toute courbe multiple d'ordre γ de la surface f, et pour point multiple d'ordre $\gamma - 2$ tout point multiple isolé d'ordre γ de f. J'ai démontré, le premier, que les $\frac{\varphi_i}{\varphi_k}$ se transforment linéairement dans les $\frac{\Phi_i}{\Phi_k}$, où les Φ_i désignent les surfaces φ adjointes à la surface transformée de f. De là résultent le premier nombre p, le *Flächengeschlecht* de f, qui désigne le nombre des polynômes φ_i linéairement indépendants, et le deuxième nombre $p^{(1)}$, le *Curvengeschlecht* de f, qui désigne le genre de la courbe, section de f et d'une quelconque des surfaces φ.

» Il y a encore un troisième nombre invariantif: le nombre $p^{(2)}$ des points d'intersection mobiles de f et de deux quelconques des surfaces φ (ou le degré de la surface correspondant à f point par point et transformée au moyen de quatre fonctions φ); mais on a toujours la relation

$$p^{(2)} = p^{(1)} - 1.$$

» Dans le Mémoire cité, j'ai mentionné d'autres fonctions qui restent invariantes pour toutes les transformations birationnelles de f; mais toutes ces fonctions ont rapport à des conditions de contact de $f = 0$ à des systèmes de surfaces φ

$$A_1 \varphi_1 + A_2 \varphi_2 + \ldots + A_p \varphi_p = 0$$

et conduisent à des nombres invariantifs, qui sont des fonctions de p et $p^{(1)}$.

» Avant d'entrer dans le sujet indiqué dans le titre de cette Note, qu'il me soit permis de revenir sur un point contenu dans une Note intéressante de M. E. Picard, récemment publiée dans ces *Comptes rendus* (²). M. Picard

---

(¹) *Zur Theorie des eindeutigen Entsprechens algebraischer Gebilde;* 2ter Aufsatz, *Mathemat. Annalen,* t. VIII. Pour le premier des nombres cf. Clebsch, *Comptes rendus,* décembre 1868, et mon premier Mémoire sur cette théorie (*Mathemat. Annalen,* t. II, 1869).

(²) *Comptes rendus* du 27 septembre 1886 : « Sur la transformation des surfaces algébriques en elles-mêmes et sur un nombre fondamental dans la théorie des surfaces. »

considère la condition

$$\Phi(A_1, A_2, \ldots, A_p) = 0$$

pour que la surface $\Sigma A_i \varphi_i = 0$ soit tangente à la surface $f = 0$; et il introduit, outre p, le degré D du polynôme Φ comme nombre invariantif, ou, ce qui est la même chose, le degré de la surface (avec les coordonnées A_1, A_2, A_3, A_4)

$$\Psi(A_1, \ldots, A_4) = 0,$$

qui résulte de $\Phi = 0$, en y faisant $A_5 = A_6 = \ldots = A_p = 0$. J'ajouterai que non seulement D, mais tous les nombres appartenant à $\Psi = 0$, ont le caractère invariantif. Pour la recherche de ces nombres, comme de D ou des points multiples de $\Psi = 0$, il faut résoudre des problèmes d'élimination extrêmement compliqués, ce qu'on peut prévoir par le cas le plus simple, la recherche de la surface réciproque d'une surface donnée. Entre le nombre D et les nombres p et $p^{(1)}$, définis auparavant, il y a la relation (*voir* mon Mémoire cité, § 11-12)

$$D + \Sigma \mu_i = 4(3p + p^{(1)} + 2),$$

où $\Sigma \mu_i$ se rapporte à tous les points multiples isolés de f, de l'ordre respectif $\mu_1, \mu_2, \ldots, (\mu_i > 1)$.

» Le *théorème de Riemann-Roch* est, on le sait, une proposition sur le nombre des constantes arbitraires d'une fonction algébrique, rationnelle en x, y, qui devient infinie dans un groupe donné G_Q de Q points d'une courbe proposée $f(x, y) = 0$, d'ordre m et de genre p; ce nombre est $Q - p + \rho + 1$ quand il y a ρ courbes φ (d'ordre $m - 3$, adjointes à f), linéairement indépendantes, qui passent par le groupe G_Q; en d'autres termes, G_Q appartient à un système linéaire de groupes qui contient

$$q = Q - p + \rho$$

paramètres variables.

» On a cette extension pour une surface proposée $f = 0$, de genres p et $p^{(1)}$.

» Soit C une courbe située sur $f = 0$ et du genre π. La courbe fera partie d'un système linéaire Σ de courbes situées sur f, du même ordre que C; soit q le nombre des paramètres variables de ce système, c'est-à-dire soit $q + 1$ le nombre des constantes arbitraires d'une fonction rationnelle de x, y, z, qui devient infinie en C. Soit, de plus, s le nombre des points d'intersection mobiles G_s de C avec une courbe quelconque de

la série Σ. Alors on a ce théorème : *Si* ρ *désigne le nombre des « surfaces* φ », *linéairement indépendantes, qui passent par* C, *on aura*

$$q \geqq p + s - \pi - \rho + 1;$$

c'est-à-dire, si la variété q du système Σ est $p + s - \pi - \rho + 1$, il y aura au moins ρ surfaces φ, linéairement indépendantes, qui passent par C.

» Pour $q = p - 1$, $\pi = p^{(1)}$, $s = p^{(2)}$, $\rho = 1$, on obtient $p^{(2)} \leqq p^{(1)} - 1$, mais j'ai mentionné auparavant qu'on doit avoir $p^{(2)} = p^{(1)} - 1$. En général, on peut dire que le signe $>$ de la formule n'a lieu que dans des cas très singuliers, que je traiterai dans un autre endroit.

» La formule diffère de la formule correspondante, se rapportant à des courbes, par cette circonstance essentielle, que q diminue avec ρ croissant, tandis que, pour les courbes, les deux nombres croissent en même temps.

» Je vais indiquer très sommairement la démonstration du théorème.

» Sur C les groupes G_s de s points, intersections de C et des autres courbes du système Σ, forment un système avec $q - 1$ paramètres. Il existe donc, d'après le théorème de Riemann-Roch, sur C un système Σ' de groupes de $2\pi - 2 - s$ points, résiduel à Σ, avec $q - s + \pi - 2$ paramètres. On parvient à ce système Σ' en coupant C par un système de surfaces qui sont *adjointes à* C (*voir* mon Mémoire cité auparavant) et qui passent par un des groupes G_s de s points; mais ces surfaces se réduisent, toutes ou en partie, à une surface fixe passant par G_s et aux surfaces φ, adjointes à f, avec $p - \rho - 1$ paramètres. On a ainsi

$$p - \rho - 1 \leqq q - s + \pi - 2. \text{ »}$$

PHYSIQUE. — *Sur la recomposition de la lumière blanche à l'aide des couleurs du spectre*. Note de M. **Stroumbo**, présentée par M. Lippmann.

« On sait que, dans l'expérience bien connue du disque de Newton, on montre la recomposition de la lumière blanche en utilisant la persistance des images sur la rétine; mais les couleurs dont on produit ainsi la fusion ne sont pas les couleurs des spectres : ce sont les couleurs des pigments fixés sur le disque mobile, couleurs complexes, arbitrairement choisies, et qu'il est nécessaire d'assortir et de proportionner par tâtonnement si l'on veut que l'expérience réussisse; c'est-à-dire si l'on veut que la rota-

tion du disque produise l'impression d'une plage franchement blanche ou, pour mieux dire, franchement grise.

» Afin d'opérer la recomposition de la lumière blanche en partant *des couleurs mêmes du spectre* et en utilisant, comme dans l'expérience de Newton, la persistance des images sur la rétine, j'ai disposé l'expérience comme il suit :

» On produit un spectre que l'on projette, comme à l'ordinaire, à l'aide d'un prisme sur un écran blanc. Mais on a soin de monter le prisme sur un axe parallèle à ses arêtes, de manière à pouvoir lui donner un mouvement rapide de rotation. Lorsque le mouvement de rotation est lent, on voit le spectre avec ses sept couleurs se déplacer sur l'écran. Lorsque le mouvement est rapide, les couleurs disparaissent et l'espace balayé par le spectre mobile apparaît comme une bande de lumière blanche.

» Il est bon de remarquer qu'une des extrémités de la bande blanche demeure toujours colorée : elle se termine par une petite tranche d'un rouge pur. Cela tient au fait du minimum de déviation. Pendant la rotation du prisme, chacune des couleurs du spectre passe par la position qui correspond à son minimum de déviation; il en résulte que le rouge, qui est la moins déviée des couleurs du spectre, n'est atteint, dans cette position de déviation minima, par aucune des autres couleurs : il s'y montre donc dans toute sa pureté. En faisant tourner lentement le prisme, on peut vérifier que les choses se passent comme il vient d'être dit et montrer à un auditoire l'existence du minimum de déviation. Si l'on veut ne montrer que la synthèse de la lumière blanche, il est préférable de masquer, à l'aide d'un petit écran, les points de l'écran où se produirait le spectre au minimum de déviation : il ne reste plus que la bande blanche sans bord coloré (¹). »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Les principaux essaims d'étoiles filantes et les aurores boréales.* Note de M. **Ch.-V. Zenger.**

« M. le Directeur Rubenson a eu la complaisance de m'envoyer le second Volume de son *Grand Catalogue des aurores boréales de* 1800 *à* 1877.

(¹) Pour faire cette expérience, il est commode d'employer l'appareil construit à cet effet par MM. Duboscq et Pellin. Il se compose d'un prisme porté par un mouvement d'horlogerie et muni en outre d'un petit écran mobile.

» Le dépouillement de cet Ouvrage remarquable m'a décelé, à ma grande surprise, le fait que les jours du 10 août et du 14 novembre montrent une grande fréquence des aurores boréales, et que les jours du 9 au 14 août et du 13 au 14 novembre, bien connus par la chute fréquente des étoiles filantes, sont aussi les jours des aurores boréales, persistant pendant plusieurs jours très rapprochés à ces dates. C'est ce qui m'a fait penser à un lien entre les apparitions périodiques des essaims et des aurores.

» Pour étudier avec précision cette question, j'ai pris les époques indiquées dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour base de comparaison, et j'ai dressé une Table qui donne les jours de la chute des étoiles filantes et des aurores boréales observées de 1800 à 1877, d'après le Catalogue de M. le Directeur Rubenson.

» On ne peut qu'être frappé du parallélisme de ces deux phénomènes, et l'on ne peut douter que la périodicité des aurores boréales, ainsi constatée, ne soit due au retour périodique des essaims des étoiles filantes et à leur chute sur la Terre.

» On en doit conclure qu'il y a des différences énormes entre le potentiel électrique de ces nuages cosmiques et le potentiel électrique de l'atmosphère terrestre, qu'il y a alors des décharges en aigrettes et qu'il se peut même que les couleurs si variables de ces décharges soient produites par la présence de la poussière cosmique dans les plus hautes régions de l'atmosphère terrestre.

Table faisant connaître, de 1800 *à* 1877, *les dates des aurores boréales correspondant aux époques de chute de sept des principaux essaims d'étoiles filantes; ces dernières époques sont indiquées dans la première ligne horizontale du tableau.*

Années.	Janv., 2 à 3.	Avril, 19 à 23.	Août, 9 à 14.	Octobre, 19 à 25.	Nov., 13 à 14.	Nov., 27 à 29.	Déc., 6 à 13.
1800....	»	»	»	20, 21, 22, 23	13	29	7, 10
1801....	»	»	»	25, 26	»	»	14
1802....	2, 3	»	15	21, 22, 24 (1)	13, 16	»	10, 12
1803....	»	»	»	19, 20, 21	11	26, 28, 29	8, 10 (1), 11, 12, 13, 14
1804....	1, 2 (3), 3 (4)	»	»	18, 21, 23, 24, 26	12, 14	27, 28, 29	»
1805....	1, 2, 4	»	»	20	15, 16	»	14, 15
1806....	»	18, 20	»	17	12, 14	30	8, 9, 10
1807....	2, 3, 4	21	»	25	»	27	»
1808....	»	»	»	»	14	»	10, 11, 12

(1) Accompagnée d'étoiles filantes.
(2) Accompagnée d'étoiles filantes au nord-est.
(3) Simultanément avec des étoiles filantes au sud.
(4) *Ibid.*

Années.	Janv., 2 à 3.	Avril, 19 à 23.	Août, 9 à 14.	Octobre, 19 à 25.	Nov., 13 à 14.	Nov., 27 à 29.	Déc., 6 à 13.
1809....	»	»	»	»	12, 14	28	»
1810....	»	»	»	»	»	27	»
1811....	»	»	»	23	»	»	10
1812....	»	»	»	»	10	26	6
1813....	1	»	»	22, 24	10, 15	26, 27	12
1814....	»	17, 18, 24	»	24	»	»	»
1815....	»	»	»	»	»	26	»
1816....	3	»	»	25	12	29	»
1817....	»	»	»	23	12, 14	27	11, 13
1818....	1	25	»	22, 24, 26	»	26	»
1819....	3 (¹), 4	»	»	23, 26	10,12,13,14,15,16,17	»	8, 13, 15
1820....	5, 6, 7	»	»	»	10, 13, 14, 15	»	5, 10, 12
1821....	1, 5, 6, 7	22	»	17	16, 18	25	»
1822....	»	17	»	23, 24	9, 16, 18	»	8, 13
1823....	»	»	»	»	»	30	»
1824....	»	»	»	»	11, 16	»	»
1825....	»	»	»	»	»	29, 30	5, 6, 7, 8, 9, 11
1826....	5, 6, 7	»	»	18	10	28	»
1827....	3	»	»	19, 24	11	»	»
1828....	»	»	»	26	11	29, 30	5
1829....	6, 7	»	»	18, 20, 22	15, 16, 17	27, 29	»
1830....	1, 4, 5	19	11	17,18,21,22,23,24	10, 12	27, 29, 30	6, 7, 9
1831....	5, 6, 7	19	»	»	13, 16	26, 27	4, 8, 9
1832....	»	21, 22	»	16, 19, 24, 26	»	27	»
1833....	»	»	»	19	13, 16	26	11, 12, 13, 15
1834....	2, 4, 5	»	»	23	10, 12	27, 28	5, 6
1835....	1, 3, 4	15	»	»	17	25	8, 13
1836....	»	23	13, 14, 16	18, 20, 27	10, 11, 15	»	»
1837....	2, 3	»	»	18,19,20,21,22,26	12, 13, 14, 15, 16	»	5, 6
1838....	»	15, 17, 18	»	21, 22	13, 14, 15	25, 27	6, 8, 12, 14, 15
1839....	»	15, 17	»	17, 18, 21, 22	»	»	5
1840....	3, 4, 5, 6	»	»	16,17,18,19,21,25	15	»	11, 16
1841....	»	»	»	»	10, 14	»	9, 10, 14
1842....	1, 5	15, 16	»	»	9	23	7, 9
1843....	»	20, 21, 25	»	15, 16	»	»	8
1844....	»	17	»	»	11, 16	»	»
1845....	6	»	»	»	»	»	»
1846....	»	16, 21	»	»	11, 17	»	»
1847....	»	»	»	24	13	»	10
1848....	1, 6	22	»	17, 18, 19, 20, 21	10, 16, 17	30	8, 11
1849....	1	»	»	23, 24, 26	18, 19	»	11, 12
1850....	3	15	»	16, 17, 19, 22, 25	10, 11	26, 30	»
1851....	»	»	»	19, 20, 21, 23, 24	»	»	6
1852....	6	20, 22, 23	»	17, 18, 20	11, 12, 13, 14	»	6, 8, 13
1853....	7	20	»	25	15	»	6, 7, 8
1854....	2	19, 20, 21, 23, 24	»	»	»	»	»
1855 ...	»	»	»	18	»	29	»
1856....	»	»	»	22, 23	»	»	»
1857....	»	22	»	17, 18, 24	9, 10, 11, 12	»	»

(¹) Accompagnée d'étoiles filantes.

Années.	Janv., 2 à 3.	Avril, 19 à 23.	Août, 9 à 14.	Octobre, 19 à 25.	Nov., 13 à 14.	Nov., 27 à 29.	Déc., 6 à 13.
1858....	»	17 (1)	»	19	10, 13	»	5, 8, 11, 12, 13
1859....	4	22, 23	»	17 (2), 18, 19, 20, 22, 23, 25	10, 11, 16	»	6, 10, 11, 12, 13, 14
1860....	5	15, 16 (3)	10 (4), 12, 16 (5)	»	»	»	3, 9, 10
1861....	1, 3, 4, 6	16, 25	»	26	»	28	10
1862....	1, 2, 3, 5	19, 21, 22	»	21, 22	17	»	14
1863....	»	17, 19, 23	»	20	10, 11, 12, 13, 14	»	6, 11, 12, 13, 14
1864....	1	»	14	19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29	10, 11, 12	26, 30	7, 12
1865....	1, 5, 6, 7	19	8, 12	18, 22. 24, 25, 26	10, 11, 13, 14	26, 28, 29	6, 8, 9, 10, 13
1866....	2, 6, 7	19, 20, 21	»	18, 25	10, 11, 13, 15	26, 27, 28	5, 6, 8, 11, 12
1867....	4, 6, 7	»	»	23, 24, 25	»	26, 27	»
1868....	2	15, 18	9 (6)	17, 18, 19, 20, 21, 22, 23	10, 13, 16	»	7, 11, 12, 13
1869....	2, 7	15, 16	»	18, 21, 23, 25	10, 11, 12	25	5, 8
1870....	1	18, 19, 20, 21, 22, 23, 24	»	18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27	10	27, 28	10, 11, 14
1871....	4	17, 18, 19, 23	16	21, 24	9, 10, 11, 12, 13, 14	30	8, 9, 10, 14
1872....	»	14, 15, 18	8, 9, 14, 15	16, 17, 18	9, 11, 12, 15, 16	28	5, 6, 11, 14
1873....	3, 4, 5, 6, 7	18, 19, 20, 24, 26	10, 15	19, 21	11, 12, 13, 14, 16, 17	26	9, 10, 11, 15
1874....	5	16	17	23	11, 14, 15	»	8, 9
1875....	2, 3	16	18	24, 25	11, 14, 15	»	6
1876....	2, 3, 4	»	»	18, 19, 20, 22, 23, 24, 25	10, 15	»	10, 12
1877....	6	16	»	»	9	»	8, 9

» Un coup d'œil sur la Table montre que : 1° les jours des essaims périodiques coïncident avec les jours des aurores boréales; 2° que leurs durées sont à peu près identiques; 3° que les aurores boréales se sont reproduites sur les sept périodes des essaims 44, 40, 29, 38, 57, 40, 58 fois en soixante-dix-huit ans; ce qui ne peut pas être accidentel; s'il y a des lacunes, on peut les expliquer par le fait connu des météorologistes et des astronomes, que la densité des essaims varie beaucoup, et par le temps défavorable à l'observation; car les aurores boréales sont très souvent accompagnées d'orages, de tempêtes, de brouillards, de phénomènes de décharges et d'influence électrique, et enfin de courants terrestres et de chutes abondantes d'étoiles filantes. »

---

(1) En même temps qu'une foule immense d'étoiles filantes.
(2) Assez forte, accompagnée d'étoiles filantes.
(3) Accompagnée d'étoiles filantes.
(4) Magnifique, étoiles filantes à l'ouest.
(5) Accompagnée d'étoiles filantes.
(6) Assez forte, accompagnée d'étoiles filantes.

MÉTÉOROLOGIE. — *Influence de l'amplitude de l'oscillation de la Lune en déclinaison sur les déplacements du champ des alizés boréaux. Comparaison entre* 1880 *et* 1883. Mémoire de M. **A. Poincaré**, présenté par M. Mascart. (Extrait par l'auteur.)

« Nos courbes enveloppes des alizés boréaux n'avaient pas été établies sur les mêmes bases pour 1880 et pour 1883. Ce n'est donc qu'avec une grande réserve que nous nous étions prononcé sur l'influence de l'amplitude de l'oscillation lunaire en déclinaison.

» Nous avons repris l'étude de 1880 exactement sur les mêmes bases que celle de 1883.

» Les conséquences principales de cette étude comparative peuvent, quant à présent, se formuler comme suit :

» 1° D'octobre à février, l'amplitude de l'oscillation de l'enveloppe des alizés boréaux, abstraction faite des perturbations causées par les passages aux périgées et apogées, reste, comme nous l'avions admis, sensiblement proportionnelle à l'amplitude de l'oscillation lunaire en déclinaison. Des deux parts, dans les années considérées, la proportion serait de 1,24.

» Vraie pour des hivers à différence moyenne comme ceux de 1880 et 1883, cette loi ne l'est sans doute pas d'une façon absolue; il est très possible que l'oscillation de l'enveloppe croisse plus vite que celle de la Lune.

» 2° De la dernière quinzaine d'avril à la première quinzaine d'août, où le rapport entre les amplitudes des oscillations lunaires des deux années est 1,244, celui des amplitudes des oscillations de l'enveloppe monte évidemment très au-dessus de 1,37, si l'on élimine les perturbations dues aux périgées, apogées et équidéclinaisons.

» L'écart peut, en partie, être attribué à la loi encore inconnue de la progression ; mais il doit surtout tenir à une autre cause : plus, en soleil boréal, les déclinaisons extrêmes de la Lune sont fortes, plus, d'une façon générale, les alizés boréaux échappent, au moment de ces déclinaisons extrêmes, à l'action destructive du Soleil. Nous disons *d'une façon générale,* parce que ce n'est pas toujours vrai aux lunistices boréaux de mai, juin et juillet, quand la déclinaison lunaire est voisine de 23°.

» 3° Dans les périodes tropiques voisines des équinoxes, et surtout vers l'équinoxe d'automne, l'effet de l'augmentation de l'amplitude de l'oscil-

lation lunaire est beaucoup plus puissant encore, ce qui doit tenir à des motifs du même genre.

» 4° En moyenne annuelle, l'élargissement du champ de déplacement de la courbe enveloppe s'opère, pour les deux tiers, par le relèvement des cotes correspondant aux lunistices boréaux, pour le tiers par l'abaissement de celles correspondant aux lunistices austraux.

» Mais il y a de profondes différences entre les saisons. Tout ou presque tout le déplacement paraît s'effectuer, de décembre à avril, aux dépens des minima des lunistices austraux, de mai à novembre au profit des maxima des lunistices boréaux.

» Ainsi, à une plus grande oscillation lunaire correspondraient, avec une exagération constante des variations entre les lunistices austraux et boréaux, des effets tout différents pour l'été et pour l'hiver.

» La révolution du nœud a donc, sur le caractère des années successives, une influence de même ordre que celle de la déclinaison lunaire sur les variations dans chaque période tropique.

» Il faudrait d'abord, autant que possible, comparer, au point de vue de la circulation atmosphérique et des faits météorologiques, les années à amplitudes extrêmes, celles où la longitude du nœud est 0° avec celles où elle est de 180° :

» 1885, 1876 ou 1875; 1866, 1857; 1848, 1839 ou 1838, etc., ou des années voisines [1]. »

CHIMIE. — *Sur les phénomènes qui se produisent pendant le chauffage et le refroidissement de l'acier fondu.* Note de M. **Osmond**, présentée par M. Troost.

« M. Barrett a montré (*Philos. Mag.*, t. XLVI, p. 472) que, si on laisse refroidir à partir du blanc une tige de fer dur, il se produit vers le rouge sombre un dégagement spontané de chaleur ; en même temps, les proprié-

(1) Dans ces comparaisons il ne faut pas perdre de vue que les règles posées ne sont constamment vraies que pour l'ensemble de l'hémisphère, ou, tout au moins, pour un grand secteur. D'autres causes agissent sur la circulation atmosphérique en tel point et à tel moment déterminé. Si l'on étudie seulement un lieu ou un espace restreint, on doit chercher à éliminer les effets de ces causes, ou, comme l'ont fait MM. Bouquet de la Grye et de Parville, baser ses calculs sur un grand nombre d'observations.

tés magnétiques changent brusquement. M. Barrett a donné le nom de *récalescence* à ce phénomène, qui a fait également, de la part de M. Brinell (*Jernkontorets Ann.*, janvier 1885), l'objet d'une étude récente au point de vue de la transformation du grain de l'acier.

» D'autre part, M. H. Le Châtelier (*Comptes rendus*, t. CII, p. 819) et M. Pionchon (*Comptes rendus*, t. CII, p. 675 et 1454) ont reconnu, par des méthodes différentes, la formation, vers 700°, d'une modification moléculaire du fer pur.

» Il était intéressant de savoir si la récalescence était due à la chaleur mise en liberté par la modification du fer ou exigeait la présence du carbone.

» Pour résoudre cette question, j'ai étudié, à l'aide d'un couple thermoélectrique de platine-platine rhodié relié au galvanomètre apériodique de M. d'Arsonval, le réchauffage et le refroidissement de tiges d'aciers fondus de différentes duretés entre la température ordinaire et 800°.

» *Fer contenant* 0,16 *pour* 100 *de carbone*. — Dans le fer fondu à 0,16 pour 100 de carbone, la modification moléculaire du fer est indiquée par un léger ralentissement dont le maximum se produit, au réchauffage, vers 723° et, au refroidissement, vers 749°. Mais le retard au refroidissement n'est guère que de trois secondes (le thermomètre descendant de 1° par seconde environ) et se confondrait avec les erreurs d'expérience, n'était la régularité avec laquelle il se répète; la transformation du fer semble donc rester incomplète pour le fer fondu dans les conditions où j'étais placé (chauffage et refroidissement rapides dans l'azote entre 20° et 800°).

» *Acier contenant* 0,57 *pour* 100 *de carbone*. — Si on laisse refroidir, toujours à partir de 800° et avec une vitesse d'environ 1° par seconde, un acier plus dur contenant 0,57 pour 100 de carbone, on remarque un premier ralentissement entre 736° et 690°, puis la courbe reprend son allure normale. A 675°, le thermomètre s'arrête brusquement, remonte à 681°, puis reprend sa course descendante régulière avec un retard de vingt-cinq secondes environ.

Il se produit donc, pour une teneur convenable en carbone, deux phénomènes distincts : *le premier est dû à la transformation moléculaire du fer, signalée par M. Pionchon et par M. Le Châtelier, et le second, qui correspond évidemment à la récalescence de Barrett, à un changement dans les relations entre le fer et le carbone*. En effet, si, pendant le refroidissement, on plonge brusquement l'acier dans l'eau froide entre les deux points critiques, le métal touché par l'acide azotique montre, bien qu'il soit absolument doux

à la lime, le carbone à l'état de carbone de trempe; la trempe au-dessus de 736° donne l'acier trempé ordinaire et la trempe au-dessous de 675° reste sans effet. Ce qui montre en même temps, comme je l'ai conclu antérieurement d'autres expériences, que la trempe de l'acier est bien due à une modification moléculaire du fer, modification non complètement réversible en présence du carbone pendant le refroidissement brusque.

» Les deux phénomènes se soudent au réchauffage et se traduisent par un retard dans la marche ascendante du thermomètre entre 719° et 747° environ.

» *Acier contenant* 1,25 *pour* 100 *de carbone*. — Dans un acier dur à 1,25 pour 100 de carbone, les deux phénomènes se confondent, aussi bien au refroidissement qu'au réchauffage. Au réchauffage, on observe un ralentissement prolongé entre 723° et 743° (maximum entre 730° et 736°) et, au refroidissement, un arrêt brusque à 694° avec retour à 704° et retard de soixante secondes environ, le thermomètre s'abaissant, avant l'arrêt, de 1° par $0^s,75$.

» On voit que, lorsque la teneur en carbone augmente, la température de transformation du fer s'abaisse et la température de récalescence s'élève de façon que toutes deux arrivent à coïncider dans l'acier dur.

» J'ai constaté en outre que :

» 1° La rapidité du chauffage (entre deux et dix secondes pour une élévation de 1°) n'a pas d'influence sensible sur la position des points critiques;

» 2° Les points critiques s'abaissent au refroidissement quand celui-ci devient plus rapide; pendant la trempe vive, on n'aperçoit plus aucune perturbation : la chaleur correspondant aux transformations non effectuées reste dans l'acier;

» 3° Les points critiques s'abaissent un peu quand on élève (entre 736° et 840°) la température initiale à partir de laquelle on abandonne l'acier au refroidissement;

» 4° Pendant le recuit après trempe, la chaleur latente de trempe se dégage progressivement et non brusquement, comme on pouvait le prévoir, connaissant la pratique du *revenu*.

» Je me propose d'étudier par cette méthode l'influence des impuretés dans l'acier.

» J'adresse tous mes remerciements à M. Le Châtelier qui a bien voulu me prêter, pour faire cette étude, l'installation qui lui a servi, dans son

laboratoire de l'École des Mines, à faire plusieurs travaux connus de l'Académie. »

THERMOCHIMIE. — *Saturation de l'acide arsénique normal par l'eau de baryte.* Note de M. **Ch. Blarez**, présentée par M. Berthelot.

« Les chaleurs dégagées, quand on forme dans le calorimètre les arséniates de baryte, sont les suivantes; lorsqu'un équivalent de sel formé se trouve dans 50^{lit} d'eau :

				Cal
AsO^5 dilué	+ BaO diluée	dégagent	......	14,00
AsO^5	» + 2 BaO	»	......	27,75
AsO^5	» + 3 BaO	»	......	43,25
AsO^5	» + 4 BaO	»	......	43,50
AsO^5	» + 5 BaO	»	......	44,00

» D'où l'on conclut que les chaleurs dégagées par les additions successives d'équivalents de baryte sont :

1er éq. : 14^{Cal}; 2e éq. : $13^{Cal},50$; 3e éq. : $15^{Cal},5$;
4e éq. : $0^{Cal},25$? 5e éq. : $0^{Cal},50$?

» Les phénomènes thermiques observés dans ces réactions ne sont pas les mêmes que ceux observés lorsqu'on neutralise le même acide par les alcalis ou par la chaux et la strontiane (*Comptes rendus*, t. CIII, p. 639).

» Les réactifs indicateurs, cochenille et hélianthine, virent lorsque la saturation du premier tiers de la molécule d'acide est légèrement dépassée. La phtaléine du phénol, au contraire, vire au rouge lorsque les deux tiers de la molécule sont très exactement neutralisés (la basicité absolue étant égale à 3), conformément aux observations de M. Joly.

» Lorsqu'on ajoute à 1^{mol} d'acide arsénique plus de $3^{éq}$ de baryte, $4^{éq}$, $5^{éq}$, etc., l'arséniate qui se forme est un arséniate tribarytique. Il y a donc encore ici une différence avec ce qui se passe dans les mêmes conditions lorsqu'on emploie de la chaux ou de la strontiane. Ces résultats diffèrent également de ceux observés avec l'acide orthophosphorique qui donne un précipité renfermant $3^{éq},45$ de baryte pour 1^{mol} d'acide. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques bases de la série pipéridique.* Note de M. A. LADENBURG, présentée par M. Friedel.

« Ce sont des bases secondaires qui peuvent être transformées en nitrosamines et constituent les véritables homologues de la pipéridine.

» La méthode dont je me suis servi pour la transformation des bases pyridiques en bases pipéridiques a été déjà indiquée dans une Note antérieure. On traite la solution bouillante dans l'alcool absolu par du sodium en employant un grand excès de ce métal. Cette méthode de réduction donne, surtout dans la série α, un rendement presque théorique.

» I. *Pipéridine :* $C^5H^{11}Az$. — Cette base, découverte par M. Wertheim, se forme par la décomposition de la pipérine. On sait déjà, par les travaux de M. Königs et de M. Hofmann, qu'on peut la transformer en pyridine. Il était très intéressant de la régénérer de cette base, ce qui se réalise facilement d'après la méthode indiquée. Cette pipéridine artificielle a été comparée soigneusement avec celle dérivant de la pipérine, et elles ont été trouvées identiques. Elles ont le même point d'ébullition, 105°-107°, la même composition, odeur, solubilité et densité. Le dérivé nitrosé a le même point d'ébullition, 214°-217°. J'ai en outre comparé les chlorhydrates, les chloroplatinates et les thiocarbamates, sans trouver la moindre différence. Ces derniers ont le même point de fusion et la même forme cristalline.

» II. *α-méthylpipéridine* ou *α-pipécoline :* $C^5H^9(CH^3)AzH$. — Elle bout à 118°-119°, sa densité est 0,860 à 0°; elle se dissout facilement dans l'eau et possède l'odeur de la pipéridine. Le chlorhydrate est très soluble, mais pas très déliquescent; il fond à 189°. Le bromhydrate est moins soluble, formé d'aiguilles feutrées, et fond à 182°. Le chloroplatinate est très soluble. Avec le sulfure de carbone, la base donne un thiocarbamate $CS^2, 2C^6H^{13}Az$ analogue à celui de la pipéridine, cristallisant bien et fondant à 118°.

» III. La *β-méthylpipéridine* ou *β-pipécoline* bout à 125°, possède une densité de 0,8684 à 0° et se dissout facilement dans l'eau. L'iodhydrate forme de belles aiguilles qui ne sont pas déliquescentes et fondent à 131°. Il se combine à l'iodure de cadmium. Ce sel $(C^6H^{13}AzHI)^2CdI^2$ est un précipité blanc, qui se dissout dans l'eau chaude et cristallise de sa solution en belles tablettes blanches, dont le point de fusion est situé à 145°. Le chloroplatinate est assez soluble et forme des prismes orangés qui fondent à 192°. Le chloraurate est très soluble et fond à 131°; le picrate fond à 136°.

» IV. *αα'-diméthylpipéridine* ou *αα'-lupétidine :* $C^5H^8(CH^3)^2AzH$. — Elle bout à 128° et 130°, est très soluble dans l'eau et l'alcool et possède à 0° une densité de 0,8492. Son chlorhydrate et son bromhydrate cristallisent en aiguilles non déliquescentes. Le chloroplatinate $(C^7H^{15}AzHCl^4)^2PtCl^4$ forme de grands cristaux orangés qui fondent à 212°.

» V. *αγ-diméthylpipéridine* ou *αγ-lupétidine* $C^6H^{15}Az$. — Elle bout à 141°, possède l'odeur de la pipéridine et une densité de 0,8615 à 0°. Elle se dissout facilement dans l'eau, mais pas en toutes proportions. Le chlorhydrate fond à 235° et forme de belles aiguilles, le bromhydrate est encore plus soluble. Le chloroplatinate $(C^7H^{15}AzHCl^4)^2PtCl^4$ cristallise de l'eau, dans laquelle il n'est pas très soluble en mamelons. Le chloraurate est une huile.

» VI. *α-éthylpipéridine :* $C^7H^{15}Az$. — Elle bout à 143°, se dissout peu dans l'eau et se sépare de cette solution par la moindre élévation de température. Son odeur rappelle celle de la pipéridine et de la conicine, sa densité est 0,8674 à 0°. Le chlorhydrate est en cristaux non déliquescents, le chloroplatinate en grandes tables qui fondent à 178°. Son dérivé méthylé bout de 149° à 152° et possède une densité de 0,8495 à 0°.

» VII. La *γ-éthylpipéridine :* $C^7H^{15}Az$ a une odeur désagréable, bout à 157°, se dissout peu dans l'eau froide et encore moins dans l'eau chaude. Sa densité à 0° est 0,8795. Le chlorhydrate est déliquescent. Le chloroplatinate forme des tablettes jaunes qui fondent à 173° à 170°. Le chloraurate cristallise de l'eau chaude en belles lames et fond à 105°.

» VIII. L'*α-isopropylpipéridine* bout de 160° à 162°, sa densité est 0,8676 à 0°. Elle est peu soluble dans l'eau, et se sépare de cette solution par une élévation de température. Par son odeur comme par toutes ses propriétés, elle rappelle la conicine, avec laquelle elle est isomérique. Mais elle est beaucoup moins vénéneuse; son chloroplatinate $(C^8H^{17}AzHCl)^2PtCl^4$ est moins soluble dans l'eau, pas soluble dans l'alcool et dans l'éther et fond à 193°. Le chlorhydrate fond à 240°, le bromhydrate à 230° et l'iodhydrate à 242°. Tous les trois cristallisent bien. Le dernier forme avec l'iodure de cadmium un sel double, peu soluble, cristallisant bien et fondant à 132°. Le picrate et le chloraurate sont en beaux cristaux et peu solubles. La base se combine au sulfure de carbone et donne un produit cristallisé de la formule $CS(C^8H^{16}Az)SH, C^8H^{17}Az$ qui fond à 105°, se dissout peu dans l'eau et facilement dans l'alcool.

» A l'aide de l'iodure de méthyle, on parvient à méthyler cette base. Ce dérivé $C^5H^9(C^3H^7)AzCH^3$ bout à 166°, a une densité de 0,8593 à 0° et

donne un chlorhydrate excessivement soluble dans l'eau. Le chloraurate est formé de lamelles brillantes, très peu solubles dans l'eau. Le chloroplatinate est assez soluble et fond à 100°. Le picrate cristallise bien et fond à 149°.

» IX. La γ-*isopropylpipéridine* bout entre 168° et 171°, se dissout peu dans l'eau et possède une odeur fort désagréable. Son chlorhydrate est cristallisable, mais pas stable à l'air humide. Le chloroplatinate et le chloraurate sont peu solubles et cristallins. Le premier se dissout dans l'alcool et l'éther et fond à 172°. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la fonction des canaux demi-circulaires de l'oreille interne.* Note de M. **Yves Delage**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« A la suite des recherches de Flourens, Goltz, Breuer, Mach, de Cyon et tant d'autres, il a été reconnu que les canaux demi-circulaires de l'oreille interne, et probablement l'utricule, avaient une fonction principale différente de l'audition. Mais cette fonction a été très diversement interprétée par les auteurs.

» J'ai cherché, à l'aide d'un procédé d'investigation particulier, quelles fonctions appartiennent vraiment à l'organe parmi toutes celles qui lui ont été attribuées.

» Le principe dont je suis parti est celui-ci : Nous ne savons interpréter les notions frustes fournies par nos sens que lorsque ceux-ci opèrent dans les conditions habituelles. Si on les place dans des conditions exceptionnelles, l'impression physique est modifiée et il se produit des illusions sensitives dans lesquelles la sensation que l'on croit percevoir est celle qui se serait produite si l'organe avait été impressionné de la même manière dans les conditions habituelles de son fonctionnement. On peut donc demander aux illusions sensitives provoquées expérimentalement dans des conditions connues des renseignements sur les sensations normales, sur leur siège et sur leur mode de production.

» Dans ce cas particulier, j'ai cherché à déterminer quels changements apporterait aux sensations de direction, d'orientation et de mouvement le fonctionnement anormal des canaux demi-circulaires, obtenu par les attitudes anormales de la tête.

» Il importait d'abord de reconnaître si ces attitudes anormales ne donnaient pas lieu, en l'absence de tout mouvement, à des illusions sur les

directions dans l'espace. J'ai constaté que, lorsque la tête se déplace par un mouvement de rotation autour de l'un quelconque de ses axes, le sujet porte, sur les directions dans l'espace, les mêmes jugements que si l'espace avait tourné autour du même axe que la tête et en sens inverse, de 15° environ. Cette illusion ne se produit plus lorsque, dans le mouvement de la tête, on oblige les yeux à rester dans la position primaire par rapport aux orbites; elle se produit intégralement lorsque, la tête restant immobile, les yeux sont déviés dans l'une des positions secondaires. Ces illusions, et par suite les sensations normales correspondantes, ont donc leur siège dans les globes oculaires. Les premières tiennent à ce que, obéissant instinctivement à une habitude invétérée, dans tous ces mouvements nous tournons les yeux plus que la tête et que nous attribuons à la tête une rotation égale à celle des yeux.

» Tous ces phénomènes se produisent les paupières étant fermées, et n'ont rien de commun avec les illusions *visuelles* produites par certaines inclinaisons de la tête et étudiées par Aubert.

» Dans les mouvements de rotation imprimés à notre corps, les attitudes anormales de la tête donnent lieu à des illusions constantes sous l'influence desquelles nous portons sur ces mouvements les mêmes jugements que si l'axe de rotation avait tourné autour du même axe que la tête, en sens inverse, et d'un angle égal. Cette illusion *dynamique* ne peut s'expliquer par l'illusion *statique*, examinée précédemment, car elle est beaucoup plus forte et, malgré la ressemblance apparente des formules, de sens contraire. L'illusion statique se produit pendant le mouvement concurremment avec l'illusion dynamique et la corrige pour une valeur de 15°.

» Il résulte de là que le siège des sensations de rotation est dans la tête et, d'accord avec Breuer et Mach, j'admets que les canaux demi-circulaires sont les seuls organes qui, par leur structure anatomique, puissent rendre compte des phénomènes.

» La loi de Mach sur les accélérations angulaires ne se vérifie que pour les mouvements prolongés et, dans les rotations de peu de durée, nous sentons le mouvement avec tous ses caractères de vitesse et d'amplitude. La loi du même auteur sur les accélérations constantes non senties ne se vérifie pas. Nous sentons toujours les variations de la vitesse et non celles de l'accélération.

» La loi de perception des mouvements de translation est semblable à celle des mouvements de rotation, mais la finesse de la perception, évaluée par le minimum perceptible, est environ trois fois moindre. Pendant ces

mouvements, les illusions statiques se manifestent, mais les attitudes anormales de la tête ne donnent lieu à aucune illusion dynamique sur leur direction. J'ai démontré que cette différence avec ce qui se passe pendant les mouvements de rotation ne peut s'expliquer par une éducation plus complète de nos sensations labyrinthiques, par rapport aux mouvements de translation.

» Nous sommes donc obligé de conclure que les sensations de translation, contrairement à la théorie de Mach, n'ont pas leur siège dans la tête, ni, par conséquent, dans les canaux demi-circulaires ou dans l'utricule. Elles sont générales et dues probablement à une sorte de mouvement de marée, auquel prennent part tous les liquides de l'économie et les organes solides doués de quelque mobilité.

» Ne pouvant, dans cette courte Note, analyser entièrement notre travail, nous nous bornerons à énoncer les conclusions auxquelles nous sommes arrivé :

» 1° Les canaux demi-circulaires ou l'utricule ne sont point l'organe spécial de nos sensations de translation ; ce n'est point par eux que nous représentons l'espace avec ses trois dimensions, ce n'est pas à eux que nous devons d'en avoir acquis la notion : ils ne commandent pas les mouvements réflexes provoqués par l'impression auditive; ils ne constituent pas un sens de la direction qui nous permette, au milieu de nos pérégrinations dans l'espace, de retrouver à chaque instant la direction du point de départ;

» 2° Ils ne contribuent à nous renseigner sur l'orientation de la tête et du corps qu'indirectement, et non par une sensation statique actuelle, mais par le souvenir du mouvement accompli et par leur action sur les mouvements des yeux;

» 3° Leur fonction véritable, à la fois sensitive et excito-motrice, est de nous renseigner sur les mouvements de rotation accomplis par notre tête, soit seule, soit avec le corps, et de provoquer par voie réflexe les mouvements des yeux compensateurs de ceux de la tête et les contractions musculaires correctrices, nécessaires pour assurer notre équilibre et la précision de nos mouvements généraux (¹).

(¹) Le travail dont cette Note est extraite a été fait au Laboratoire de Roscoff, qui nous a fourni toutes les commodités nécessaires pour l'installation de nos appareils.

ZOOLOGIE. — *Sur le* Syndesmis, *nouveau type de Turbellariés décrit par M.* W.-A. Sillimann. Note de M. **Ph. François**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans une Note présentée à l'Académie des Sciences en décembre 1881, M. W.-A. Sillimann décrit un nouveau type de Turbellariés trouvé par lui dans un dragage fait au laboratoire de Zoologie expérimentale de Roscoff. Depuis cette époque, j'ai été à même d'observer souvent ce parasite, et je désire présenter à son sujet quelques rectifications.

» Le *Syndesmis* (Sill.) n'est pas, comme son auteur le croit, un ectoparasite vivant sur un grand Nématoïde vert, parasite lui-même de l'*Echinus sphæra*. Le *Syndesmis* se trouve en abondance dans l'intestin du *Strg. lividus* que l'on pêche en quantité sous les murs mêmes du laboratoire de Zoologie expérimentale de Banyuls; on le rencontre également dans le tube digestif de l'*Ech. acutus* de la même localité, espèce très voisine de l'*E. sphæra* de la Manche. Je n'ai jamais ni dans l'une ni dans l'autre de ces espèces trouvé le grand Nématoïde vert de M. Sillimann. Le *Syndesmis* n'est donc pas un ecto, mais un endoparasite.

» Le corps présente une forme sublancéolée, arrondi en avant, pointu en arrière, aplati sur la face ventrale, légèrement convexe et un peu caréné du côté dorsal.

» La longueur est d'environ $0^m,003$, et la largeur moyenne de $0^m,002$. La couleur est assez variable : le corps est tantôt plus ou moins gris jaunâtre passant au brun clair sale; parfois incolore, avec la carène dorsale d'une belle couleur de terre de Sienne brûlée, très vive.

» L'*épiderme* est formé de cellules polygonales nucléées, ciliées et assez régulières de dimensions. Les cils sont sensiblement de même taille et aussi fournis sur les deux faces du corps (M. Sillimann les dit plus grands et plus forts sur la face ventrale).

» Les *muscles* sont surtout constitués par un système de fibres dorsoventrales bien développées, et quelques faibles muscles longitudinaux dans la région ventrale antérieure. Partout ailleurs les cellules épidermiques reposent directement sur le parenchyme du corps, et nulle part on ne voit les assises musculaires longitudinales et transversales cutanées décrites par M. Sillimann.

» Le *parenchyme* est un tissu spongieux, formé de mailles assez lâches,

de trabécules conjonctifs englobant de grosses cellules nucléées. Il n'y a pas de cavité du corps.

» L'*appareil digestif* est constitué par une ventouse située à la région ventrale antérieure. Cette ventouse rappelle la ventouse orale des Trématodes; elle communique avec un pharynx vertical qui se continue par une sorte d'estomac s'avançant le long de la ligne médio-dorsale d'avant en arrière jusque vers la moitié, parfois jusqu'à l'extrémité du corps. Les grosses cellules qui tapissent ce tube digestif sont parfois gorgées de granulations brunes qui colorent cette région. C'est là un appareil beaucoup plus complexe que la petite poche décrite par M. Sillimann.

» Le *système aquifère* n'a pu être observé en entier; il est seulement possible, dans le tiers antérieur et de chaque côté du corps, de voir un canal contourné recevant l'abouchement de canaux secondaires ramifiés, rappelant ce que l'on observe chez les Trématodes.

» Le *système nerveux* se compose d'une masse ganglionnaire placée au devant de la ventouse orale. Des troncs nerveux en partent au nombre de six : deux se dirigent en avant; deux autres s'avancent latéralement vers les côtés du corps, puis s'incurvent et se dirigent vers la région postérieure. Deux autres, enfin, l'un à droite, l'autre à gauche de la ventouse, vont directement en arrière.

» La description des organes génitaux est plus complexe.

» Les organes mâles sont constitués par deux testicules (M. Sillimann en signale un grand nombre en forme de petits sacs, comme chez les Tænias); ces testicules sont situés dans le tiers antérieur du corps, l'un à droite, l'autre à gauche de la ligne médiane; leur côté externe présente un certain nombre de cæcums dans lesquels se développent les Spermatozoïdes. Ils émettent chacun un conduit très grêle qui, se réunissant avec celui du côté opposé, constitue un canal impair et médian. Ce canal, fort long et contourné plusieurs fois sur lui-même, se termine par un pénis exsertile recouvert de villosités et contenant une sorte de cirrhe long et très fin. Les parois du spermoducte sont musculaires et limitées par une cuticule chitineuse. La gaine du pénis s'unit à la partie postérieure du corps avec l'oviducte.

» L'*utérus* est en forme de sac allongé sur la ligne médio-ventrale, c'est-à-dire au-dessous du spermoducte; il renferme d'ordinaire, non pas un œuf, ainsi que le prétend M. Sillimann, mais une coque ovoïde contenant un certain nombre d'œufs; j'en ai compté depuis deux jusqu'à treize; cette coque, de nature chitineuse, porte un pédoncule très long et très fin,

contourné et pelotonné sur lui-même comme un écheveau. La coque et le pédoncule sont sécrétés par une glande spéciale, analogue à la glande du test ou glande coquillière des Trématodes, et située au point où l'utérus s'abouche avec l'oviducte, lequel va s'ouvrir dans le cloaque génital. (D'après M. Sillimann, ce sont les parois de l'utérus qui sécréteraient la coque de l'œuf et le pédoncule.)

» Le *pseudo-vitellogène* occupe à peu près toute la région moyenne du corps; il a l'aspect de nombreux tubes ramifiés formant deux organes pairs se réunissant sur la ligne médiane.

» A leur point de réunion viennent aboutir les ovaires. On peut les comparer, comme M. Sillimann le fait, à une main dont le poignet est en communication non avec l'utérus, mais avec les pseudo-vitellogènes, tandis que les doigts se dirigent en arrière et en dehors. Les œufs se développent dans les extrémités de ces doigts et deviennent de plus en plus grands à mesure qu'ils se rapprochent de l'utérus. La tache et la vésicule germinative sont très apparentes.

» Les œufs et le produit du pseudo-vitellogène tombent dans une sorte de carrefour où débouche également le *receptaculum seminis* qui reçoit lui-même le vagin. Le *receptaculum seminis* communique avec l'utérus par un conduit très fin et très difficile à distinguer qui s'abouche avec ce dernier au niveau de la glande du test.

» Le vagin s'étend vers la région médiane et postérieure du corps au-dessus de la gaine du pénis et vient aboutir dans le cloaque formé de l'union de celle-ci avec l'utérus. Il n'y a donc qu'un orifice unique, situé à l'extrémité postérieure du corps, pour tout l'appareil génital, et le vagin ne s'ouvre pas dorsalement, ainsi que le prétend M. Sillimann, de même que l'orifice de l'utérus n'est pas ventral.

» Je suis cependant de l'avis de cet auteur pour admettre que ce Plathelminthe représente une forme intermédiaire entre les Trématodes et les Turbellariés et je propose, en raison de son habitat, de lui donner le nom de *Syndesmis echinorum*.

» Dans un Mémoire accompagné de Planches je ferai connaître prochainement tous les détails de l'organisation de ce type intéressant. »

ZOOLOGIE. — *Sur deux Synascidies nouvelles pour les côtes de France* (Diazona Hebridica *Forbes et Goodsir et* Distaplia rosea *Della Valle*). Note de M. A. GIARD.

« Depuis la publication de mes *Recherches sur les Synascidies des côtes de France*, j'ai rencontré un certain nombre d'espèces nouvelles ou non signalées jusqu'à présent sur notre littoral. Deux d'entre elles me paraissent mériter une mention spéciale par l'intérêt qu'elles présentent, tant au point de vue anatomique qu'à celui de la géographie zoologique.

» La première est, je crois, identique avec l'espèce décrite sous le nom de *Syntethys Hebridicus*, par Forbes et Goodsir, qui l'avaient découverte en eau profonde aux îles Hébrides. J. Alder et Della Valle ont remarqué depuis que cette Ascidie rentrait dans le genre *Diazona*, et ils l'ont identifiée avec *Diazona violacea* Savigny, de la Méditerranée. Dans les dragages que j'ai pu exécuter cette année, à bord de la chaloupe à vapeur *la Perle* (¹), j'ai recueilli au sud-est des Glenans et au sud de Basse-jaune, par une profondeur de 50^m, une Ascidie, qui appartient incontestablement au genre *Diazona*, mais qui me semble différer du type méditerranéen. La taille des individus est plus grande; la forme des ouvertures branchiale et cloacale est la même que chez le *Syntethys*. Il n'existe pas de cercles pigmentaires au pourtour des siphons. Il y a seulement un cercle branchial supérieur, d'un blanc laiteux, et autour de l'ouverture cloacale six points blancs disposés en un hexagone régulier, placé de telle façon que la ligne qui joint les centres des deux ouvertures passe par deux sommets opposés de l'hexagone. Les lignes longitudinales, dorsales et endostylaires sont identiques à celles de *D. violacea*. J'ajouterai que la *Diazona* de l'Océan ne me paraît pas prendre dans l'alcool la teinte violette si caractéristique de l'espèce de la Méditerranée. Toutefois, comme mes exemplaires ont été traités par l'acide acétique concentré (procédé Julin) avant d'être plongés dans l'alcool, je n'ose affirmer que les pigments n'ont pas été modifiés par cet agent chimique.

(¹) Je tiens à remercier M. le professeur Pouchet, directeur de la Station zoologique de Concarneau, qui a bien voulu me confier, pendant le mois de juin, cette excellente embarcation, mise par M. le Ministre de la Marine à la disposition du laboratoire.

» *Diazona Hebridica* fait partie d'une faune profonde très intéressante, dont je citerai seulement les formes les plus typiques et les plus communes : *Papillina suberea* Oscar Schmidt et *Isodictya infundibuliformis* Linné, parmi les Spongiaires; *Dendrophyllia ramea* Linné (*coraux jaunes* des pêcheurs) et *Gorgonia pinnata* L., parmi les Actinozoaires; *Cellepora cervicornis* Ellis et Sol (*coraux gris* des pêcheurs) et *Caberea Ellisii* Flem., parmi les Bryozoaires; *Chœtopterus Norwegicus* Sars, parmi les Annélides; *Luidia ciliaris* Gray et *Stichopus ecalcareus* Sars (*Stich. Selenkæ* Th. Barrois), parmi les Échinodermes; *Terebratulina caput-serpentis* L. et *Megerleia truncata* L., parmi les Brachiopodes; *Avicula tarentina* Lamarck, parmi les Acéphales, etc.

» Le genre *Diazona* représente évidemment, parmi les *Clavelinidæ*, le type Synascidie. C'est une claveline composée. Un caractère biologique important rapproche toutefois *Diazona* des Ascidies simples : les œufs ne sont pas incubés dans l'organisme maternel. Mais on sait que ce caractère n'est nullement essentiel et dépend uniquement de particularités éthologiques variables même à l'intérieur d'un même genre. La famille des *Clavelinidæ*, dans laquelle il convient de faire rentrer les *Cionidæ*, offre ainsi, au point de vue de la cormogenèse, tous les degrés, depuis les *Ciona*, les *Rhopalæa* et les *Ecteinascidia* non bourgeonnants, jusqu'aux *Diazona*, en passant par les formes dites sociales, dont le type est *Clavelina*. Nul groupe ne prouve mieux, ce que j'affirmais déjà en 1872, l'impossibilité d'établir une classification naturelle des Tuniciers, en prenant pour base le mode d'agrégation des individus.

» La seconde espèce sur laquelle je désire attirer l'attention des zoologistes est le *Distaplia rosea* Della Valle. J'ai dragué cette Synascidie à Concarneau, dans la baie de la Forest, où elle vit à une faible profondeur sur les coquilles vides de *Pecten maximus ;* souvent la drague ramène en même temps une belle éponge, *Suberites lobatus* O. Schmidt, très abondante dans cette baie et dans celle de Quiberon. Mais c'est surtout à Wimereux que j'ai pu étudier facilement le *Distaplia rosea*. Depuis 1875, je l'ai recueilli, chaque année, en abondance sous les pierres de la Pointe-à-Zoie, dans la zone des Laminaires.

» Les Cormus trouvés dans ces conditions ne diffèrent de ceux de la Méditerranée que par leur forme généralement plus aplatie et leur taille un peu moindre.

» Della Valle attribue aux *Distaplia* une double parenté, d'une part avec les *Distomidæ*, d'autre part avec les Aplidiens. Il m'est impossible de trouver

un motif sérieux pour rapprocher les *Distaplia* des *Aplidium*. La structure de la tunique commune et les caractères tirés de la branchie, de l'intestin et de l'ovaire rappelle bien plutôt ce qu'on observe chez les *Diplosomidæ*. Il est vrai que l'organisation du volumineux Têtard et le bourgeonnement sont très différents; mais, à ce point de vue aussi, *Distaplia* diffère plus encore des *Aplidium* que des *Diplosomidæ*. Les papilles adhésives ne sont pas renflées à leur base comme l'a figuré Della Valle qui a pris pour des renflements les tubes latéraux homologues de ceux qui existent chez les larves d'un grand nombre de Synascidies. L'étude comparée des bourgeons migrateurs et des œufs, qui sont les uns et les autres très transparents, m'a conduit à ce résultat que, parmi les Tuniciers, les genres *Anchinia* et *Doliolum* sont ceux avec lesquels les *Distaplia* présentent les plus grandes affinités. Le type *Distaplia* est par rapport aux *Anchinia* ce que les *Diplosomidæ* sont par rapport aux Pyrosomes : le représentant fixé d'une forme pélagique. Le filament anal de l'*Anchinia*, que Barrois compare au stolon dorsal des *Doliolum*, n'est que l'homologue de la languette cloacale de *Distaplia*.

» La naissance des bourgeons migrateurs a lieu sur le Têtard au point précis où existe chez les *Doliolum* l'organe en rosette. C'est en effet au-dessous de l'extrémité inférieure de l'endostyle et au-dessus du péricarde que se produisent successivement les renflements qui deviennent des gemmes libres. Ces gemmes sont de véritables *Diblastula*, possédant dès le principe un exoderme et un endoderme dérivant de l'exoderme et de l'endoderme du parent. Elles sont donc comparables au stolon gemmipare du *Perophora*, qui d'ailleurs naît exactement au même point anatomique sur chaque individu de la colonie. Chez les Aplidiens, où le cœur est plus éloigné de l'extrémité de l'endostyle, le prolongement de la branchie que nous avons appelé *cloison gemmipare* de l'ovaire (*épicarde* de Van Beneden) s'étend jusqu'au péricarde, de sorte que les rapports en apparence modifiés par la position des glandes génitales demeurent fondamentalement les mêmes ».

ANATOMIE. — *Organisation du* Lepidomenia hystrix, *nouveau type de Solénogastre*. Note de MM. **Marion** et **Kowalevsky**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Ce nouvel Amphineurien a été trouvé sur le calice d'une *Balanophyllia italica*, prise dans le golfe de Marseille par 30^{m} de fond. On n'a pu étudier jusqu'ici qu'un seul individu, qui atteignait à peine une longueur de

$0^m,002$. Son organisation interne se rapproche notablement de celle des *Proneomenia;* mais l'animal est nettement caractérisé par un revêtement spiculaire d'un aspect très original. Le corps, assez régulièrement arrondi, est entièrement couvert de forts piquants recourbés et rabattus en arrière. La base de ces piquants est exactement appliquée sur l'hypoderme, sans masse cuticulaire interposée, ainsi que cela existe chez les *Proneomenia.* Lorsqu'on examine ce mollusque sous de faibles grossissements, toute la partie vue de face semble couverte non point par des piquants, mais par des écailles imbriquées dont le bord convexe serait dirigé en avant. Cette apparence est due aux bases d'insertion des piquants, qui sont plus apparentes que leur masse hyaline. L'hypoderme est relativement assez épais et ses éléments sont très nets. Les plus nombreux sont des cellules prismatiques à gros noyaux; au milieu de celles-ci sont éparses de volumineuses cellules ovoïdes brunes, probablement glandulaires. Dans la région postérieure dorsale, l'hypoderme se modifie en se refoulant et en produisant un petit crypte sensitif semblable à celui qui existe chez les *Proneomenia.* En avant du sillon pédieux et immédiatement en arrière de la bouche, l'hypoderme s'épaissit notablement et se charge de cellules glandulaires. Le sillon pédieux débute par une glande formée d'un sac médian et de deux tubes latéraux symétriques. A cette glande fait suite le soc pédieux lui-même, constitué par des cellules plus longues et ciliées. Sous l'hypoderme on distingue une basale, contre laquelle s'applique une mince couche continue de fibres musculaires annulaires. A l'intérieur, les fibres musculaires longitudinales sont groupées en faisceaux distincts assez volumineux relativement à la taille de l'animal. La cavité générale est occupée en entier par un tissu conjonctif fondamental, analogue à celui décrit chez divers mollusques acéphales et gastéropodes. Il consiste en un plexus très lâche de fibrilles, sur lesquelles sont appliquées des cellules de tissu conjonctif, plexus dont les mailles constituent de véritables espaces ou sinus circulatoires. Un sinus plus vaste est établi à la face ventrale, au-dessus du sillon pédieux, en un point où les échanges respiratoires peuvent s'effectuer sous l'influence des courants déterminés par les cils vibratiles. Un canal dorsal mieux limité représente un vaisseau sur le prolongement du cœur, qui est le seul organe circulatoire bien différencié. Ce cœur, tout à fait postérieur, est compris dans un vaste péricarde dont se détachent deux tubes néphridiens simples, entourés d'un amas cellulaire excréteur. Ces deux néphridies viennent s'unir sous le rectum en un canal ou matrice, qui lui-même se confond avec l'extrémité du tube digestif pour for-

mer le cloaque anal. Ce cloaque est dépourvu de branchies comme celui des *Proneomenia*.

» L'animal observé n'était pas en état de maturité sexuelle ; on pouvait cependant reconnaître, de chaque côté du vaisseau dorsal, une chambre assez bien délimitée et dans laquelle des éléments cellulaires représentaient les corps sexuels rudimentaires, disposition analogue à celle des *Proneomenia*.

» Le tube digestif débute par un pharynx garni intérieurement de fortes papilles tactiles et entouré d'abondantes glandes buccales. Ce pharynx devient ensuite fortement musculeux, tandis que son épithélium s'épaissit et sécrète une épaisse cuticule. En ce point est disposée une véritable *radula* composée de huit fortes dents ayant de deux à six crochets. Dans le bulbe musculaire de la radule existent huit autres dents de réserve. De grosses glandes salivaires agglomérées sont annexées au pharynx radulaire. L'intestin pousse un petit cæcum dorsal au-dessus de cette même région. Il s'étend ensuite directement jusqu'au rectum, sans modifications bien notables. Sa partie dorsale est occupée par un petit chevron vibratile, tandis que tout le reste du tube est couvert de cellules glandulaires claviformes. Ces cellules digestives se réduisent peu à peu et la région rectale finit par être entièrement ciliée.

» Le système nerveux du *Lepidomenia* comprend un cerveau très volumineux situé en avant de la *radula*. Les nerfs latéraux qui s'en détachent se renflent immédiatement en un petit ganglion spécial. Les troncs latéraux eux-mêmes sont de véritables ganglions allongés, ou, pour ainsi dire, étirés. Une commissure transverse ganglionnaire rattache en arrière les deux bandes nerveuses latérales. Les nerfs pédieux s'unissent au cerveau, au-dessous des latéraux, par deux commissures formant le collier œsophagien. Ils se renflent d'abord en un ganglion pédieux antérieur volumineux, situé en avant et au-dessous de la radule. Les deux ganglions pédieux antérieurs sont réunis par une forte commissure transverse. Il existe sur les mêmes troncs pédieux un ganglion postérieur ainsi qu'une commissure transverse postérieure.

» Des filets transverses disposés en échelle des latéraux aux pédieux, et d'un pédieux à l'autre, se voient à divers niveaux. Il n'a pas été possible de reconnaître une commissure sublinguale formant un second collier œsophagien. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Géphyriens de la famille des Priapulides recueillis par la Mission du cap Horn.* Note de M. **Jules de Guerne**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Parmi les Géphyriens recueillis par la Mission du cap Horn, et que M. le professeur A. Milne-Edwards a bien voulu soumettre à mon examen, figurent quatorze *Priapulides*.

» Les divers genres qui composent cette famille ont été considérés jusqu'ici comme spéciaux à la faune des mers froides de l'hémisphère nord. Toutefois, sans parler d'un fait douteux rapporté par Oldelius (*Chinensia lagœrströmiana*, 1754) et reproduit par Linné (*Syst. nat.*, 10e édit., 1758, p. 656), un *Priapulus* avait été signalé dans l'hémisphère sud. Le spécimen unique, appartenant au British Muséum et d'après lequel Baird (*Proceed. zool. Soc. Lond.*, 1868) a décrit le *Priapulus tuberculatospinosus* provenait des îles Malouines. Il y avait été pris durant l'expédition de Sir James Ross. La Mission du cap Horn a retrouvé deux individus de cette espèce, précisément dans les mêmes parages, à la baie française, aux Malouines, par une profondeur de 16m. Un troisième spécimen a été recueilli à la baie Orange.

» Les autres *Priapulides* qui m'ont été remis, au nombre de onze, appartiennent tous à une même espèce. Cette forme nouvelle, que je désignerai sous le nom d'*Australis,* doit prendre place dans le genre *Priapuloïdes*.

» Établi en 1877 par Koren et Danielssen (*Fauna litt. Norveg.*, 3e Part.), le genre *Priapuloïdes* ne renferme actuellement qu'une espèce. On en compte encore les exemplaires. Les individus types, au nombre de deux, furent pêchés dans le Varangerfjord par 219m de profondeur. En 1877 et 1878, à la suite des campagnes du *Vöringen* dans l'atlantique Nord, les musées norvégiens reçurent quatorze spécimens du même animal, provenant de onze stations différentes, comprises entre 69° 2′ et 78° 3′ de latitude nord (Dan. et Kor.). En 1879, l'expédition hollandaise du *Willem Barents* recueillit, dans la mer de Barents, deux *Priapuloïdes* (Horst). Enfin, en 1881, au retour de la Mission de Laponie, dirigée par M. le professeur Pouchet, j'ai remis au Muséum un nouvel exemplaire de *Priapuoïdes typicus* dragué sur la rive sud du Varangerfjord, dans le Bugofjord, par 135m de profondeur.

» C'est l'endroit le moins profond où l'on ait recueilli cet animal. Sa

distribution bathymétrique paraît être, d'ailleurs, assez étendue, car on l'a trouvé jusqu'à 1836^{m} (Dan. et Kor.). Il habite des eaux froides dont la température est comprise entre + 3°, 5 et − 1°, 1 C.

» Le *Priapuloïdes australis* présente une grande analogie avec le *Pr. typicus*. Il s'en distingue, cependant, à première vue par sa trompe plus lisse et par le développement beaucoup plus considérable de ses appendices branchiaux. Sa couleur est d'un brun jaunâtre, d'une nuance plus claire sur la trompe, plus foncée, au contraire, sur les appendices branchiaux.

» Les animaux, ayant été plongés vivants dans l'alcool, sont violemment contractés. En cet état, le plus grand spécimen mesure 40^{mm} de longueur. La trompe, ovoïde, a 13^{mm} de longueur sur 7^{mm} de diamètre maximum; le corps, cylindrique, de 19^{mm} de longueur, offre un diamètre à peu près constant de 5^{mm}. Les appendices branchiaux ont 8^{mm} de longueur. Ils doivent s'épanouir très largement pendant la vie si l'on en juge par le nombre et les dimensions des ampoules qui les constituent.

» La cuticule présente sur toute l'étendue du corps de petites papilles arrondies, toutes semblables sur la trompe; ces papilles sont disposées par groupes plus ou moins irréguliers entre les rangées de saillies dont il sera question plus loin.

» Les parois du corps sont très musculeuses. Sur les grands spécimens, on compte, depuis la base de la trompe jusqu'aux appendices branchiaux, 50 anneaux correspondant à des muscles circulaires; 22 à 26 muscles longitudinaux croisent ceux-ci à angle droit.

» Sur la trompe règnent 24 à 25 rangées longitudinales de saillies coniques présentant la structure décrite par Horst chez le *Pr. typicus*. Ces saillies sont à peine distinctes à la base de la trompe. A sa partie supérieure, elles se montrent beaucoup moins serrées et moins longues que chez le *Pr. typicus*.

» Les longs muscles rétracteurs de la trompe, au nombre de huit, présentent, au point de vue du développement, de grandes variations individuelles. Ils s'insèrent, d'une part, à l'extrémité orale de la trompe; d'autre part, un peu au-dessus de l'anus.

» Le tube digestif est droit; sa longueur ne dépasse pas celle du corps. Le pharynx court, très musculeux, fait suite immédiatement à la trompe; sa partie antérieure peut se renverser au dehors. Elle est garnie de deux cornées triangulaires, crochues, larges de 2^{mm} à la base et longues de 3^{mm} environ. Chaque dent se compose d'un grand crochet médian, de denti-

cules accessoires, au nombre de trois ou quatre, de part et d'autre du crochet, enfin d'une base irrégulièrement quadrangulaire. Il existe, à l'entrée du pharynx, trois rangées de ces dents superposées par séries alternes comprenant chacune cinq dents. Plus profondément, le pharynx est tapissé d'un grand nombre de plaques cornées, dont les dimensions et la dureté diminuent à mesure que l'on avance vers l'œsophage. Celui-ci, court et musculeux, s'ouvre par un orifice très étroit dans un intestin cylindrique, à parois minces et couvertes de plis. Le rectum, à peine différent de l'intestin moyen, est caché en grande partie par les organes génitaux.

» Les onze exemplaires du *Priapuloïdes australis* proviennent des dragages de la *Romanche :* six d'entre eux ont été recueillis au nord de Vonesland ; les autres ont été dragués par 44°47′ de latitude sud et 65°56′ de longitude ouest de Paris, à 90^{m} de profondeur, la température étant +7°, 8 C.

» Au point de vue de la Géographie zoologique, la découverte d'un *Priapuloïdes* dans les mers australes offre un réel intérêt. C'est un nouvel et remarquable exemple de la présence, au voisinage du pôle sud, de formes animales presque identiques à celles qui peuplent les mers arctiques (Mollusques, Trophon, Crustacés, *Arcturus*, *Lysianassa*). »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L'épiderme simple considéré comme réservoir d'eau.* Note de M. **J. Vesque**, présentée par M. Duchartre.

« Le premier, en 1880, j'émis l'opinion que l'épiderme, même simple, c'est-à-dire formé par une seule assise de cellules, pouvait jouer le rôle de réservoir d'eau.

» M. Westermaier, trois ans plus tard, dans un travail sur les tissus cutanés en général, attribua également ces fonctions à l'épiderme du *Luzula maxima*. Les expériences que j'ai entreprises au printemps de cette année m'ont permis de constater l'existence de cette fonction chez un assez grand nombre d'espèces appartenant aux familles les plus diverses. Quelque peu volumineux que soit l'épiderme relativement au tissu assimilateur, il lui cède encore de l'eau en cas de disette.

» Pour qu'une cellule vivante puisse servir de réservoir d'eau, il faut : 1° qu'elle puisse changer de volume ; 2° qu'elle soit douée d'un pouvoir osmotique moindre que la cellule à laquelle elle doit céder de l'eau. En d'autres termes, l'épiderme doit diminuer de volume aussitôt que la feuille perd plus d'eau qu'elle n'en reçoit, et la turgescence du tissu assimilateur

ne peut diminuer que lorsque l'épiderme est arrivé à son minimum de volume.

» Les expériences ont été conduites de la manière suivante : une feuille étant détachée de la plante, on la divise suivant la nervure médiane; on mesure la hauteur de l'épiderme dans l'une des moitiés, tandis que l'autre moitié reste exposée à l'air pendant un temps plus ou moins long, mais insuffisant pour produire le moindre symptôme de fanaison. On mesure ensuite la hauteur de l'épiderme sur l'autre moitié.

» Les mesures doivent être faites dans des conditions telles que les cellules épidermiques restent entières et ne se trouvent pas en contact avec de l'eau.

» J'ai suivi deux méthodes différentes : 1° celle des coupes transversales un peu épaisses, observées sous l'huile, à un grossissement connu, dessinées à la chambre claire et soumises de cette façon à de nombreuses mesures; 2° celle de la vis micrométrique; la feuille ou une coupe tangentielle, comprenant l'épiderme et une assise de cellules sous-jacentes, étant placée sous le microscope, on met au point d'abord sur la face supérieure de l'épiderme, ensuite sur la face inférienre, et l'on mesure la hauteur de l'épiderme à l'aide de l'angle dont il a fallu faire tourner la vis micrométrique pour passer d'une mise au point à l'autre.

» A côté de ces expériences directes, j'en ai fait un grand nombre d'autres en faisant agir sur l'épiderme intact des solutions titrées de nitrate de potasse et en mesurant la diminution de volume que les cellules subissent sous l'influence de ces solutions différemment concentrées, sans se plasmolyser. Dans ce cas, l'épiderme se comporte comme il le ferait au contact de cellules d'un pouvoir osmotique supérieur au sien.

» Sans insister davantage, dans cette Note, sur tous les détails qui seront décrits dans un Mémoire destiné aux *Annales agronomiques*, je me bornerai à reproduire les conclusions générales les plus intéressantes.

» 1° Étant donnée la grande diversité des plantes soumises à l'expérience, il est permis de dire que l'épiderme privé de chlorophylle joue toujours le rôle de réservoir d'eau, qu'il soit d'ailleurs très volumineux ou très faible. Seule, la transformation de l'épiderme en un tissu purement mécanique et protecteur, phénomène, du reste, très rare, s'oppose à l'accomplissement de cette fonction.

» 2° La quantité relative d'eau qui peut être cédée aux cellules assimilatrices est en moyenne de 40 pour 100 du volume maximum des cellules épidermiques. Chez les plantes que j'ai étudiées, la quantité absolue, très

variable d'une espèce à l'autre, est comprise entre $0^{gr},020$ et $0^{gr},0008$ par centimètre carré.

» 3° Les cellules épidermiques sont solidaires : une perte d'eau, subie en un endroit limité, s'étend, de proche en proche, aux parties voisines et peut-être à de grandes distances, grâce à la facilité avec laquelle l'eau passe d'une cellule épidermique dans l'autre. De cette façon l'épiderme peut emprunter de l'eau aux tissus incolores qui accompagnent le plus souvent les faisceaux des nervures.

» 4° L'absence de chlorophylle dans l'épiderme de la plupart des plantes aériennes apparaît à notre point de vue comme une adaptation de ce tissu aux fonctions de réservoir; en effet, toutes choses étant égales d'ailleurs, une cellule qui assimile jouit d'un pouvoir osmotique plus élevé qu'une autre qui n'assimile pas.

» 5° L'épiderme normal résiste très bien à une charge de 20^{gr}, par exemple; mais, lorsqu'il est plasmolysé, le squelette cellulosien devient le jouet des actions mécaniques, capillaires, etc.

» La cellule augmente ou diminue de volume, par exemple, selon que la préparation, recouverte d'une lamelle mince, baigne dans beaucoup ou dans peu d'eau. Ceci prouve que la turgescence de l'épiderme repose non sur l'imbibition des parois cellulosiennes, mais bien sur les propriétés osmotiques du sac protoplasmique et sur la réaction de la paroi cellulosienne.

» 6° Pendant la diminution de volume, le squelette subit des modifications variées : la paroi externe s'infléchit ou se gauchit lorsqu'elle est bombée; la paroi interne peut également s'infléchir; les parois latérales se courbent transversalement en S ou en $\gtrless$, ou dans quelques cas se plissent à la manière d'un soufflet d'accordéon, etc. Le cumul des fonctions mécaniques et des fonctions de réservoir conduit à une série de dispositions anatomiques intéressantes qu'il serait trop long d'énumérer ici.

» 7° Dans le plus grand nombre des cas, la quantité d'eau mise à la disposition du tissu assimilateur par l'épiderme est beaucoup trop faible pour permettre à la plante de traverser sans dommage une période de sécheresse, si courte qu'elle soit.

» Il faut chercher ailleurs l'utilité de la réserve des épidermes peu développés. J'ai démontré, en 1877, que l'échauffement passager des feuilles a pour double effet d'activer la transpiration et d'entraver l'arrivée de l'eau. D'autres causes, encore mal connues, produisent des inégalités très sensibles dans la vitesse du courant de transpiration. Or la moindre perte

d'eau, de la part d'une cellule ne contenant que des solides et des liquides, entraîne nécessairement une diminution notable de la pression intracellulaire, qui est normalement de plusieurs atmosphères. Nous savons d'un autre côté, par les recherches récentes de M. Kreusler, que la feuille cesse d'assimiler le carbone lorsqu'elle perd de l'eau en si faible quantité qu'aucune trace de fanaison n'est encore visible, et par celles de M. Kraus-Triesdorf que les ferments diastasiques sont beaucoup plus actifs sous de fortes pressions qu'à la pression atmosphérique. Les deux phénomènes les plus importants de la vie végétale, la formation et la migration des hydrates de carbone, dépendent par conséquent de la pression intracellulaire et seraient compromis si cette pression s'abaissait au-dessous d'un certain minimum. Il semble donc que l'épiderme, du moins chez les plantes dépourvues d'un autre réservoir d'eau, empêche cet accident et joue assez exactement le rôle d'un réservoir élastique intercalé entre le lieu d'arrivée de l'eau et le lieu de dépense, égalisant l'afflux du liquide aux cellules assimilatrices de la même manière que le réservoir à air égalise le jet d'une pompe à incendie. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Remarques sur le* Poroxylon stephanense. Note de MM. **C.-Eg. Bertrand** et **B. Renault**, présentée par M. Duchartre.

« 1. A diverses reprises, au cours de nos recherches sur les végétaux à structure conservée, nous avions constaté la présence de débris de bois secondaire de Poroxylons dans les rognons siliceux du gisement de Grand'Croix (¹), sans pouvoir trouver d'objets suffisamment complets pour prendre une idée de l'espèce stéphanaise et de ses rapports avec les espèces d'Autun. Dans ces derniers temps, en étudiant de nouveaux échantillons, nous avons trouvé des fragments plus complets qui nous permettent d'affirmer que l'espèce stéphanaise, tout en étant un Poroxylon parfaitement caractérisé, est sensiblement différente du *P. Edwardsii* et du *P. Boysseti*. Elle constitue une forme spécifique bien distincte que nous proposons de désigner sous le nom de *P. stephanense*.

» 2. Le *P. stephanense* est bien certainement un Poroxylon. En effet :

(¹) Ce gisement correspond à l'étage de Rive-de-Gier; par conséquent, l'espèce nouvelle est plus ancienne que les deux espèces d'Autun, le *P. Boysseti* et le *P. Edwardsii*.

1° ses faisceaux diploxylés présentent un bois centripète avec vaisseaux aréolés à aréoles nombreuses, disposées en files longitudinales contiguës; 2° le bois centrifuge ou bois secondaire consiste en grandes fibres à ponctuations aréolées sur leurs faces radiales et à faces tangentielles lisses. Les faces aréolées portent des aréoles disposées en quinconce ou en files contiguës. Lorsque la conservation des échantillons est imparfaite, les aréoles laissent comme trace de leur existence un réseau à mailles hexagonales. 3° Les files radiales de fibres ligneuses sont séparées par des rayons ligneux étroits, à éléments courts. Ces rayons sont très étendus verticalement. 4° Le liber consiste en alternances régulières de cellules parenchymateuses et de cellules grillagées dont les grillages sont très semblables à ceux des *Encephalartos* actuels.

» Les files grillagées du liber externe des faisceaux sont séparées par des rayons étroits. — Ces particularités histologiques sont précisément les caractéristiques des faisceaux des tiges, des pétioles et des racines des vrais Poroxylons. Donc les débris des rognons siliceux de Grand'Croix et en particulier les limbes foliaires que nous rapportons aux Poroxylons appartiennent bien à ces plantes. Il est de plus facile de constater que tous les limbes trouvés appartiennent à la même espèce.

» 3. L'espèce stéphanaise présente les particularités suivantes : (*a*) Les faisceaux du limbe du *P. stephanense* sont beaucoup plus grands que les faisceaux correspondants des plus grandes feuilles du *P. Boysseti*. On y compte jusqu'à 5 rangs de vaisseaux centripètes. Le bois centrifuge ou bois secondaire présente 17 rangs et *la trace bien nette de deux périodes d'accroissement* (¹). Les feuilles du *P. stephanense* étaient donc beaucoup plus amples que les feuilles des espèces éduennes. (*b*) La région médiane du limbe de l'espèce stéphanaise présente de 8 à 11 faisceaux rapprochés et reliés entre eux par de grands planchers diaphragmatiques horizontaux. (*c*) Les faisceaux limbaires marginaux sont seuls dépourvus de productions libéroligneuses secondaires. (*d*) Le tissu fondamental du limbe est homogène, palissadiforme, composé de cellules courtes, presque isodiamétrales et disposées en longues files longitudinales très régulières. Dans la région des nervures médianes, le parenchyme compris entre les nervures et la face supérieure du limbe pouvait s'épaissir, surtout dans les feuilles blessées. A

(¹) Les faisceaux des plus grandes feuilles du *P. Boysseti* que nous ayons étudiées ne présentaient, dès la région moyenne du pétiole, que 6 rangs de fibres ligneuses secondaires.

cet effet, les éléments du tissu fondamental voisins des faisceaux se recloisonnaient parallèlement à la surface du limbe. (*e*) Nous n'avons pas trouvé de canaux gommeux dans le limbe du *P. stephanense*. (*f*) Les faisceaux hypodermiques du limbe, parallèles ou dichotomes, sont distribués sans ordre simple dans la région des nervures médianes. Vers la périphérie du limbe on trouve une plaque hypodermique antérieure sur chaque nervure; une plaque hypodermique postérieure sous chaque nervure et une plaque hypodermique postérieure entre deux nervures consécutives. Ces dernières plaques hypodermiques postérieures internervulaires sont très grandes. Les plaques hypodermiques nervulaires ne touchent pas les faisceaux qu'elles accompagnent. Un faisceau hypodermique marginal soutient le bord de la feuille. (*g*) L'épiderme est formé de très petites cellules tabulaires; il a la même organisation sur les deux faces de la feuille. Il porte des stomates bicellulaires disposés en files longitudinales parallèles aux nervures. (*h*) Les tiges du *P. stephanense* étaient plus fortes que celles des espèces éduennes. (*i*) Les racines de l'espèce stéphanaise prenaient un très grand développement *secondaire*. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'importance taxonomique du pétiole.* Note de M. **Louis Petit**, présentée par M. Duchartre.

« Dans une précédente Communication [1], j'ai décrit succinctement les divers types suivant lesquels s'effectue le parcours des faisceaux libéroligneux dans le pétiole des Dicotylédones.

» Dans la présente Note, je me propose d'indiquer comment, grâce à la *caractéristique* (coupe terminale du pétiole), on peut, en s'aidant parfois de la disposition des faisceaux du pétiole, déterminer la famille d'une plante ou, du moins, la classer dans un groupe restreint.

» D'après la nature des tissus ou des produits que présentent les pétioles, j'ai établi les divisions suivantes :

» *A*. La caractéristique renferme des canaux sécréteurs.

» *a*. Un certain nombre de canaux sécréteurs sont placés régulièrement derrière les faisceaux périphériques.

» 1. Pas de cristaux; faisceaux isolés, rapprochés de l'épiderme. — Ombellifères.

---

[1] *Comptes rendus*, séance du 11 octobre 1886.

» 2. Ordinairement des macles; faisceaux isolés, ou soudés en anneau, rapprochés du centre. — Araliacées. (Les Hydrocotylées sont intermédiaires entre ces deux types.)

» *b*. Canaux sécréteurs disposés irrégulièrement.

» 1. Macles; faisceaux soudés en anneau. — Malvacées (*partim*).

» 2. Pas de macles; faisceaux distincts. — Composées (*partim*).

» *B*. La caractéristique ne renferme pas de canaux sécréteurs.

» *a*. Faisceaux bicollatéraux.

» 1. Faisceau médian très développé.

» (α). Laticifères fibreux. — Asclépiadées, Apocynées.

» (β). Cellules laticifères disposées en files. — Convolvulacées.

» (γ). Pas de laticifères; granulations cristallines. — Solanées.

» (δ). Pas de laticifères; macles. — Myrtacées.

» 2. Faisceaux à peu près égaux; pas de cristaux. — Cucurbitacées.

» *b*. Pas de faisceaux bicollatéraux.

» 1. Macles.

» Ce groupe comprend les Rosacées, Malvacées, Géraniacées, Oxalidées, Cupulifères, Juglandées, Platanées, Cornées (un grand nombre), Sambucées (*Viburnum*), Saxifragacées (*Ribes*, *Heuchera*), qui se distinguent les unes des autres et des familles suivantes par le parcours de leurs faisceaux; les Urticées, Artocarpées, Morées, qui ont en général des laticifères; les Cannabinées dont le système libéro-ligneux est disposé en anneau ouvert en avant; les Ulmées dont les faisceaux sont soudés en arc de cercle ou en ellipse, tandis que les Polygonées, les Chénopodiées (*partim*) ont des faisceaux isolés.

» 2. Pas de macles.

» (α). Granulations cristallines très nombreuses dans une même cellule. — Chénopodiées (*partim*).

» (β). Cristaux isolés. — Légumineuses (*partim*).

» (γ). Pas de cristaux.

» Nous trouvons dans ce groupe des Légumineuses appartenant en général à la tribu des Trifoliées : le parcours de leurs faisceaux, analogue quoique un peu différent de celui des Rosacées, permet de les distinguer. Les Salicinées sont faciles à reconnaître, grâce à leur système libéro-ligneux. Les Scrophulariées et les Oléinées se différencient par la prépondérance du faisceau inférieur. Dans bien des cas, on distingue les Oléinées des Scrophulariées par leur parenchyme à paroi épaisse, leur

liber épais [1] et même lignifié. Les familles suivantes ont des faisceaux parallèles et à peu près égaux. Les Papavéracées et les Composées ont des laticifères, mais les Composées ont du liber épais ou lignifié que l'on ne retrouve pas chez les Papavéracées. Les Crucifères ont du liber épais comme les Composées, mais pas de laticifères. Beaucoup de Crucifères peuvent, du reste, se reconnaître immédiatement à la structure particulière de leurs faisceaux : ceux-ci sont composés de quatre ou cinq faisceaux ligneux disposés en cercle, entourés et séparés par du sclérenchyme. Les Renonculacées se distinguent par la coupe de leurs faisceaux : une ellipse allongée radialement dans laquelle le liber a la forme d'un petit cercle ou d'une lentille; par l'anneau de sclérenchyme qui parfois les entoure (*Thalictrum, Aquilegia*); par le contour réniforme de la caractéristique (*Ranunculus*). Restent les Borraginées et les Labiées; plusieurs de ces dernières sont de suite reconnaissables à l'absence de faisceau impair.

» Ce résumé rapide de mes recherches montre que, dans les principales familles naturelles, le pétiole accuse des différences bien marquées. Sans doute ces différences s'atténueront en partie par l'examen d'un plus grand nombre de familles qui pourront posséder des caractères intermédiaires, et je ne prétends pas que le pétiole suffira dans tous les cas pour reconnaître la famille d'une plante; mais je crois qu'il est précieux à consulter, surtout lorsqu'on ne peut se procurer d'organes floraux, ce qui arrive souvent en Paléontologie.

» Le Mémoire détaillé, que je compte publier, établira, je l'espère, cette importance taxonomique du pétiole. »

BOTANIQUE. — *Sur les organes reproducteurs des hybrides végétaux.* Note de M. **Léon Guignard**, présentée par M. Ph. Van Tieghem.

« On sait depuis longtemps que, parmi les hybrides végétaux, les uns sont affectés d'une stérilité absolue, les autres d'une stérilité partielle. Sans parler de l'arrêt de développement qui frappe parfois la fleur tout entière, le cas le plus fréquent, ou du moins le plus remarqué, consiste dans l'atrophie du pollen dans l'anthère, plus rarement de l'anthère elle-

---

[1] Je désigne sous le nom de *liber épais* des fibres libériennes à parois épaisses non lignifiées.

même. L'action stérilisante de l'hybridité a toujours semblé plus marquée sur l'organe mâle que sur l'organe femelle.

» L'absence d'ovules dans l'ovaire paraît avoir été constatée seulement dans quelques hybrides de Cistes par M. Bornet ([1]). Dans les autres cas, par suite des difficultés d'observation, on n'a pour ainsi dire pas étudié l'état des ovules et leur contenu.

» En effet, si l'aspect extérieur des grains de pollen suffit ordinairement à donner des indications approchées, il n'en est plus de même pour l'ovule, au sein duquel l'appareil sexuel est profondément caché. Darwin et M. Naudin ont insisté sur cette cause d'incertitude touchant la part qui revient à l'organe femelle dans la stérilité. D'ailleurs, en ce qui concerne l'élément fécondateur lui-même, il résulte des belles expériences de M. Naudin que, de la bonne apparence du pollen, on ne peut conclure à son efficacité fonctionnelle.

» Pour étudier la question à ce double point de vue, j'ai suivi, d'une part, le développement des grains de pollen, en examinant surtout leur contenu à l'état adulte, soit directement, soit dans des germinations en cultures artificielles comparées à la germination sur le stigmate; d'autre part, l'évolution des ovules et leur constitution interne.

» 1. Je rappellerai d'abord que, chez les Phanérogames angiospermes, le grain de pollen adulte contient deux noyaux, l'un végétatif, l'autre générateur, en général parfaitement différenciés et formés à une époque variable du développement.

» Chez les hybrides dont les étamines ne sont pas transformées en staminodes, le pollen offre un arrêt de développement qui peut se manifester aussitôt après la formation des grains. Ou bien le jeune grain, avec son unique noyau, ne s'accroît pas et meurt; ou bien, tout en s'accroissant pour devenir en apparence normal, il ne divise pas son noyau et reste, par suite, dépourvu du pouvoir générateur, tout en ayant parfois la faculté germinative, ce qui explique en partie pour quelle raison, dans certains cas, la fécondation n'a pas lieu, alors même que le tube pollinique peut se former sur le stigmate de la fleur (plusieurs Bégonias, etc.); ou bien encore, une partie des grains de pollen pourvus de leurs deux noyaux per-

---

([1]) Communication faite à Darwin par M. Bornet, dont les nombreuses expériences sur l'hybridation des Cistes sont encore inédites (*Variations dans les animaux et les plantes;* trad. fr., t. I, p. 413).

dent leurs caractères normaux avant la déhiscence des anthères, ce qui entraîne également l'impuissance fonctionnelle (*Cistus laurifolio-monspeliensis*, *C. albido-crispus*, etc.). Parfois aussi, les grains de pollen qui arrivent à leur développement complet sont plus gros que ceux des parents de l'hybride (*Montbretia crocosmiœflora* (¹), *Mespilus hybrida* (²), etc.); quelques-uns d'entre eux peuvent même offrir une anomalie singulière, consistant dans la présence de plus de deux noyaux.

» En somme, le degré de stérilité de l'organe mâle varie considérablement suivant l'origine des hybrides, et, pour un hybride de même origine, suivant ses formes et son degré de génération à partir des deux espèces parentes.

» 2. Il en est de même pour l'organe femelle. Ainsi, dans les hybrides de Bégonias à étamines transformées en staminodes, les ovules, tout en étant aussi nombreux que chez les espèces parentes et en apparence bien conformés, n'offrent jamais de sac embryonnaire; l'influence de l'hybridité, moins marquée sur l'appareil femelle, puisque l'ovule existe, n'en entraîne pas moins une stérilité double et absolue. Par contre, chez d'autres hybrides (plusieurs Bégonias, quelques Cistes, etc.) produisant une quantité variable de grains de pollen normaux, le nombre des ovules qui peuvent former leur appareil sexuel est également plus ou moins élevé, sans qu'il y ait parallélisme dans le degré de fécondité des deux organes mâle et femelle, ce dernier étant généralement plus favorisé. Chez les hybrides dont les carpelles, au lieu de produire beaucoup d'ovules, comme dans les exemples précédents, n'en renferment qu'un petit nombre ou même un seul (*Mespilus hybrida*, plusieurs *Clematis*, etc.), ces ovules atteignent le même développement que ceux des espèces pures et, dans la plupart des cas, ne sont presque pas atteints par l'hybridité, alors même que l'influence de celle-ci s'exerce à un degré très prononcé sur le pollen.

» En résumé, l'étude microchimique permet d'apprécier aussi exactement l'état des ovules que celui du pollen. Elle montre que, si l'hybridité exerce réellement une influence délétère plus marquée sur l'organe mâle que sur l'organe femelle, ce dernier présente à cet égard des variations plus grandes qu'on ne l'avait pensé, et elle fournit sur les causes de stéri-

---

(¹) Obtenu par M. Lemoine, de Nancy, en pollinisant le *Montbretia Pottsii* par le *Crocosmia aurea*, espèces qui ne me paraissent pas, en réalité, appartenir à deux genres différents.

(²) Hybride de *Mespilus germanica* et de *Cratœgus oxyacantha*.

lité qui sont d'origine morphologique des notions d'autant plus intéressantes que la question a une portée plus générale, puisque les mêmes phénomènes doivent vraisemblablement se rencontrer chez les hybrides animaux. »

GÉOLOGIE. — *Sur les rapports de la Géodésie avec la Géologie. Réponse aux observations de M.* Faye. Note de M. **A. de Lapparent**, présentée par M. Daubrée.

« Dans une Note communiquée le 12 juillet dernier à l'Académie des Sciences, M. Faye a présenté, relativement à la forme du géoïde, des considérations auxquelles j'espère que l'Académie voudra bien me permettre de faire une courte réponse.

» Ce n'est pas que je me propose de défendre les géodésiens allemands contre les critiques qui leur sont adressées; mon incompétence en cette matière me l'interdit. Toutefois, je ne puis m'empêcher de signaler, dans la thèse du savant astronome, ce qui me paraît être une pétition de principe. M. Faye affirme que les continents n'attirent pas les mers, parce que l'influence de leur densité est contre-balancée par la plus grande épaisseur de l'écorce sous les océans. Mais c'est là une pure hypothèse, et il serait tout aussi légitime de prétendre que la compensation alléguée, si toutefois elle existe, résulte de ce que les substances lourdes, de nature volcanique, sont plus rapprochées de la surface dans les bassins maritimes, ordinairement sillonnés par des traînées de bouches éruptives.

» Je croyais avoir présenté, au sujet de la faible conductibilité des roches, des considérations de quelque valeur. M. Faye les néglige et m'accuse de n'avoir trouvé, contre sa doctrine, d'autre témoignage qu'un puits de 126^{m}, creusé en Sibérie. La question n'est du ressort, ni de la Géologie ni de la Géodésie. Elle appartient tout entière aux physiciens. C'est à eux de dire si une écorce rocheuse, épaisse de plusieurs dizaines de kilomètres, au moment où les froids polaires ont apparu sur le globe, a pu ressentir, jusqu'à sa base, un effet appréciable par suite du contact d'une eau à la température de zéro. Je me soumets d'avance au jugement que porteront, à cet égard, ceux qui sont familiers avec les questions de conductibilité des roches.

» Mais il est un argument, de nature exclusivement géologique, sur lequel il me semble tout à fait opportun d'insister. On sait que, tout le

long des côtes maritimes, le jeu naturel des agents d'érosion détermine la formation d'assises sédimentaires. Les dernières recherches sous-marines ont établi que cette zone de dépôts détritiques forme, autour des continents, une ceinture dont la largeur moyenne ne dépasse pas 300^{km}. Plus au large, les mers ne reçoivent aucun dépôt, sinon des accumulations, formées avec une extrême lenteur, de carapaces de foraminifères, ou bien encore une insignifiante pellicule d'oxyde de fer et de manganèse.

» Or les 300^{km} de l'auréole sédimentaire sont peu de chose auprès de l'énorme dimension des grands océans. En revanche, l'épaisseur de sédiments ainsi créés, à travers le cours des âges, est considérable. Rien que pour le terrain tertiaire, son épaisseur, sur la côte ligurienne, dépasse plusieurs kilomètres et il en est de même de ces mollasses qui se sont déposées en Suisse pendant le soulèvement de la région alpine.

» Par conséquent, l'écorce terrestre s'accroît, *par en haut*, d'une manière très sensible tout autour des continents, tandis qu'au fond des océans cette source d'augmentation d'épaisseur fait absolument défaut. Lors même qu'on admettrait (ce que je ne saurais faire pour ma part) un accroissement de l'écorce *par en bas* sous les mers, qui oserait supposer que cette influence (laquelle ne peut se traduire que par la minime différence de densité des roches solides, relativement aux pâtes liquides d'où elles dérivent) soit comparable à l'accroissement réel de masse que le bord des continents éprouve par le fait de cette sédimentation?

» On dira peut-être que, les matériaux des sédiments étant tous empruntés à la partie émergée de l'écorce, leur dépôt sous les eaux diminue d'autant la masse et, par suite, la force attractive de cette partie émergée. L'objection aurait quelque force si les sédiments devaient toujours demeurer sous la mer. Mais la Géologie est là pour nous enseigner que tous, les uns après les autres, viennent s'adjoindre à la terre ferme et que même ils finissent par en constituer les parties culminantes, telles que les Pyrénées, les Alpes et l'Himalaya.

» Il reste donc acquis (et cela en vertu des faits, non par suite d'une hypothèse) que la masse continentale reçoit sans cesse un accroissement notable. Et je me crois volontiers fondé à soutenir que, loin d'offrir, au centre des océans, un maximum d'épaisseur, l'écorce terrestre doit y être plus mince que partout ailleurs. Et ainsi l'on s'explique sans peine la facilité avec laquelle les matières fondues se font jour sur toute la surface du Pacifique, alors qu'aucune cheminée volcanique active ne se rencontre au centre des continents.

» En terminant, j'exprimerai mon étonnement de voir M. Faye, lorsqu'il me fait l'honneur de s'occuper de la doctrine que je défends, présenter cette thèse comme une dépendance, en quelque sorte obligatoire, de la théorie de la terre pyramidale. Je déclare que, dans ma pensée, il n'y a aucun lien nécessaire entre les deux ordres d'idées. Que la Terre soit tétraédrique, ou pentagonale, ou sphérique, peu importe au fond. Ce n'est pas la solution donnée à cette question qui rendra l'écorce plus ou moins accessible, jusqu'à sa base, à l'influence des eaux froides qui la baignent. »

M. F. **Privat** adresse une Note relative à la résolution du cas irréductible de l'équation du troisième degré.

L'auteur calcule les huit premiers termes de la série qui représente la racine de l'équation $x^3 + px + q = 0$. En posant $R = \frac{q^2}{p^3}$, on a

$$x = \frac{q}{-p}(1 - R + 3R^2 - 12R^3 + 55R^4 - 273R^5 + 1428R^6 - 7752R^7 + \ldots).$$

M. **Pellerin** adresse deux Notes intitulées : « Influence et induction électriques » et « Note sur l'influence des courants ».

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 octobre 1886.

Direction générale des Douanes. Tableau général du commerce de la France avec ses colonies et les puissances étrangères pendant l'année 1885. Paris, Impr. nationale, 1886; in-4°.

Fossiles végétaux et traces d'Invertébrés associés dans les anciens terrains; par M. le marquis de Saporta. Lagny, impr. F. Aureau, 1886; br. in-8°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. A.-F. Marion; *par* M. le marquis DE SAPORTA. Aix-en-Provence, impr. Illy et Brun, 1886; br. in-8°.

Monographie de la fonction gamma; par M. G. BRUNEL. Bordeaux, impr. G. Gounouilhou, 1886; in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

La coloration des vins par les couleurs de la houille; par P. CAZENEUVE, Paris, J.-B. Baillière, 1886; 1 vol. in-12.

Description de trois nouvelles espèces d'oiseaux rapportées des environs du lac Tanganyka (Afrique centrale) par le capitaine Em. Storms; *par le* Dr HARTLAUB. (Extrait du *Bulletin du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique.*)

C.-G.-J. Jacobi's gesammelte Werke; vierter Band, herausgegeben von K. WEIERSTRASS. Berlin, G. Reimer, 1886; in-4°.

Traité d'Anatomie comparée pratique; par le Prof. C. VOGT et E. YUNG; 8e livr. Paris, Reinwald, 1886; in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Annalen der K. K. Universitäts-Sternwarte in Wien (Währing); herausgegeben von EDMUND WEISS. II-III Band, Jahrgang 1882-1883. Wien, J.-N. Vernay, 1884-1885; 2 vol. in-4°.

Astronomical observations made at the royal Observatory, Edinburgh, being Vol. XV for 1878 *to* 1886, *containing only the remainder of the star Catalogue, discussion, and ephemeris, for* 1830 *to* 1890, *of which the first four hours appeared in Vol. XIV; by* C. PIAZZI SMYTH. Edinburgh, 1886; in-4° relié.

Annual Report of the board of regents of the Smithsonian Institution showing the operations, expenditures, and condition of the institution for the year 1884. Washington, Government printing Office, 1885; in-8° relié.

Washington observations for 1883. Appendix I. *The six inner satellites of Saturn;* Appendix II : *Observations for stellar parallax; by* ASAPH HALL. Washington, Government printing Office, 1886; 2 br. in-4°.

Das Drehungsgesetz bei dem Wachstum der Organismen; von Dr E. FISCHER. Strassburg im Elsass, Du Mont-Schauberg, 1886; br. in-8°.

Astronomische Beobachtungen an der K. K. Sternwarte zu Prag im Jahre 1884, *enthaltend Originalzeichnungen des Mondes. Auf öffentliche Kosten* herausgegeben von Prof. Dr L. WEINEK. Prag, A. Haase, 1886; in-4°.

La Sovranita popolare; di P. ELLERO. Bologna, tip. Fava e Garagnani, 1886; in-8°.

Discurso leido en la Universidad central en la solemne inauguracion del curso academico de 1886 *a* 1887; *por el* Dr D. RAFAEL CONDE Y LUQUE. Madrid, tipogr. Gregorio Estrada, 1886; br. in-8°.

Anuario de la oficina central meteorolojica de Chile; Tomo 18°, correspondiente a 1886. 1er Cuaderno : enero y febrero. Santiago de Chile, Impr. nacional, 1886; in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 2 NOVEMBRE 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THÉRAPEUTIQUE. — *Nouvelle Communication sur la rage;* par M. **Louis Pasteur**.

« Cette Note est divisée en trois parties. La première comprend des résultats statistiques sur l'application de la méthode de prophylaxie de la rage depuis une année; la deuxième, l'exposé de certaines modifications à cette méthode; la troisième fait connaître les résultats d'expériences nouvelles sur les animaux.

» I. Il y a une année, le 26 octobre 1885, j'ai fait connaître à l'Académie une méthode de prophylaxie de la rage après morsure. Des applications nombreuses sur les chiens m'avaient autorisé à la tenter sur l'homme. Dès le 1[er] mars, 350 personnes mordues par des chiens dûment enragés, quelques-unes par des chiens seulement suspects de rage, avaient été trai-

tées à mon laboratoire par le D[r] Grancher, professeur à la Faculté de Médecine. En présence des résultats heureux que nous avions obtenus, la création d'un établissement vaccinal contre la rage me parut nécessaire.

» ... Aujourd'hui, 31 octobre 1886, 2490 personnes sont venues subir, à Paris, les inoculations préventives de la rage. Le traitement a été d'abord uniforme pour la grande majorité des mordus, malgré les conditions très diverses d'âge, de sexe, du nombre de morsures, du siège de celles-ci, de leur profondeur et du temps écoulé entre le moment des morsures et le début du traitement. Cette uniformité s'imposait en quelque sorte dans une première année d'observations. Le traitement était de dix jours : chaque jour la personne mordue recevait une injection de moëlle de lapin, en commençant par la moelle du 14[e] jour et en finissant par la moelle du 5[e] jour.

» Les 2490 personnes se classent comme il suit par nationalités :

Angleterre.......	80	Hollande........	14	Turquie.........	7
Autriche-Hongrie.	52	Italie............	165	Suisse...........	2
Allemagne.......	9	Portugal.........	25	États-Unis.......	18
Belgique.........	57	Russie...........	191	Brésil...........	3
Espagne.........	107	Indes anglaises...	2	France......... }	1726
Grèce...........	10	Roumanie........	22	Algérie........ }	

» Le nombre total des Français venant de France ou d'Algérie étant considérable, puisqu'il est en ce moment de plus de 1700, nous pouvons nous borner à discuter l'efficacité de la méthode en ne considérant que les faits relatifs à cette catégorie de mordus.

» Sur ces 1700 traités, il en est 10 pour lesquels le traitement a été inefficace.

» Ce sont :

Les enfants Lagut,
Peytel,
Clédière,
Moulis,
Astier,
Videau.

La femme Leduc (70 ans),
Marius Bouvier (30 ans),
Clerjot (30 ans),
Magneron (Norbert) (18 ans).

» Je mets à part deux autres personnes, Louise Pelletier et Moermann, dont la mort doit être attribuée à leur arrivée tardive au laboratoire : Louise Pelletier, 36 jours, et Moermann, 43 jours après leurs morsures.

» 10 morts sur 1700, 1 pour 170, tel est pour la France et l'Algérie le résultat de la méthode dans sa première année d'application.

» Prise en bloc, cette statistique démontre l'efficacité de la méthode, efficacité démontrée également par les morts relativement très nombreuses des personnes mordues non vaccinées. On peut, certes, affirmer que, parmi les Français mordus pendant cette année 1885-1886, bien peu ne sont pas venus au Laboratoire de l'École Normale. Eh bien, sur cette faible minorité, il y a, à ma connaissance, 17 cas de mort par rage. Je les indique ci-dessous en note [1].

---

[1] 1. M. le maire de Tourcoing m'a signalé, le 12 décembre 1885, la mort par rage d'un enfant, nommé Samyn (François), mordu, le même jour, par le même chien que Mériaux (Jacques-Louis), lequel a été inoculé en novembre 1885 et se porte bien. On avait négligé d'envoyer l'enfant mordu à mon laboratoire.

2. Quatre enfants du couvent de l'Alma, près d'Alger, furent mordus le 31 août 1885. L'un d'eux, non inoculé, est mort de rage à l'hôpital civil d'Alger; les trois autres furent vaccinés en novembre 1885 et vont bien.

3 et 4. Le mari et le beau-père de Céline Lugaz, de la commune de Vovray (Haute-Savoie), non vaccinés, sont morts de rage dans la même semaine. Céline Lugaz a été vaccinée en novembre 1885.

5. Harembure, dit Larralde, est mort de rage, non vacciné, le 22 janvier 1886, à Amorotz-Succos, dans les Basses-Pyrénées.

6. Après avoir vu mourir de rage dans sa commune une femme, non inoculée, mordue en même temps que lui et par le même chien, Malandain (Ernest), de Daubœuf-Serville (Seine-Inférieure), a été inoculé en août 1886.

7. Henri Riffiandi, Italien, est mort de la rage à l'hospice Beaujon, en avril dernier. Il avait eu l'imprudence de juger qu'une blessure légère qu'il avait reçue d'un chien enragé, au mois de février, était sans danger, et il ne vint pas se faire inoculer.

8. Après avoir vu mourir de la rage, le 17 juin, une de ses voisines, non inoculée, Mme veuve Busson, de Voujaucourt (Doubs), est venue se faire traiter.

9. M. Jamin père, de la Sarthe, a été pris de rage le 7 août, non inoculé, après avoir été mordu le 26 juin, en même temps que son fils Henri Jamin, Alfred Moermann et Marie Touchard. Ces trois derniers sont venus aux inoculations quarante-trois jours après leurs morsures. Moermann a succombé malgré son traitement, après cette arrivée si tardive.

Outre ces neuf personnes, il est mort de la rage, à Marseille, la jeune Manon; à l'Hôtel-Dieu de Paris, le sieur Raffin; le gardien de la paix Carpier; Jules L'Hôte; un enfant de Vervins; Mlle Ganet, morte de la rage en wagon, arrivant tardivement au laboratoire pour se faire vacciner.

Les docteurs Tuefferd et Beucler, de Montbéliard, m'ont signalé la mort, par rage, de deux personnes qui ne sont pas venues suivre le traitement préventif.

Total : 17 personnes, mortes de la rage, toutes non inoculées.

» A tous les faits de notre statistique s'ajoute le document suivant :

» Le nombre des personnes qui meurent de la rage, à Paris, est très rigoureusement connu pour les hôpitaux, surtout depuis cinq ans.

» Par ordre du Préfet de police, tout cas de rage qui se présente dans les hôpitaux de Paris est immédiatement signalé par les directeurs de ces hôpitaux à M. le Dr Dujardin-Beaumetz, membre du Conseil d'Hygiène et de Salubrité de la Seine, qui est chargé de faire une enquête suivie d'un Rapport au Conseil. On sait ainsi, pertinemment, que, dans les cinq dernières années, 60 personnes sont mortes de la rage dans les hôpitaux de Paris : en moyenne, 12 par an. Aucune année, d'ailleurs, n'a été exempte de morts plus ou moins nombreuses. L'an dernier, il y en a eu 21. Or, depuis le 1er novembre 1885 que fonctionne la méthode préventive de la rage à mon laboratoire, il n'est mort de rage, dans les hôpitaux de Paris, que deux personnes, toutes deux non inoculées (1), et une troisième qui l'avait été, mais non par les traitements intensifs répétés dont je vais parler dans un moment (2).

» Si l'on étudie les faits qui précèdent, on voit que le plus grand nombre de ceux qui ont succombé malgré le traitement sont des enfants, et ont été mordus à la face. Ces enfants ont subi le traitement simple. Or, j'ai acquis la conviction que ce traitement, surtout pour des morsures de ce genre, risque d'être insuffisant. Malheureusement cette conviction n'a pu être acquise que tardivement, de longs délais étant nécessaires pour conclure, à cause de la durée exceptionnelle de certaines incubations de la rage.

» L'histoire des Russes de Smolensk a été un premier enseignement.

» Lorsque nous vîmes mourir à l'Hôtel-Dieu trois de ces dix-neuf Russes mordus par un loup enragé, le premier en plein traitement, les deux autres quelques jours après la fin de leur traitement, le Dr Grancher et moi nous fûmes très troublés. Les seize autres allaient-ils donc succomber à la rage ? La méthode était-elle impuissante devant la rage du loup ? Nous souvenant alors que tous les chiens que j'avais vaccinés avec succès avaient reçu, en dernière inoculation préservatrice, une moelle virulente extraite le jour même et que le premier vacciné, Joseph Meister, avait terminé son traitement par une moelle extraite la veille, nous avons fait subir un second et un troisième traitement aux seize Russes qui restaient, en allant jusqu'aux moelles les plus fraîches, celles de 4, de 3 et de

(1) Raffin (Hôtel-Dieu); Riffiandi (hospice Beaujon).

(2) Clerjot (hôpital Tenon).

2 jours. C'est à ces traitements répétés qu'il faut attribuer, très vraisemblablement, la guérison de ces seize Russes. Une dépêche, reçue ce matin, du maire de Beloï, m'annonce qu'ils sont toujours, et tous, en bonne santé.

» II. Encouragé par ces résultats, et par de nouvelles expériences que j'exposerai tout à l'heure, j'ai modifié le traitement, en le faisant à la fois plus rapide et plus actif pour tous les cas, et plus rapide encore, plus énergique pour les morsures de la face ou pour les morsures profondes et multiples sur parties nues.

» Aujourd'hui, dans le cas de blessures au visage ou à la tête et pour les blessures profondes aux membres, nous précipitons les inoculations afin d'arriver promptement aux moelles les plus fraîches.

» Le premier jour, on inoculera, par exemple, les moelles de douze, de dix, de huit jours, à 11^h, à 4^h et à 9^h; le deuxième jour, les moelles de six, de quatre, de deux jours, aux mêmes heures; le troisième jour, la moelle de un jour. Puis le traitement est repris : le quatrième jour, par moelles de huit, de six, de quatre jours ; le cinquième jour, par moelles de trois et de deux jours; le sixième jour, par moelle d'un jour; le septième jour, par moelle de quatre jours; le huitième jour, par moelle de trois jours; le neuvième, par moelle de deux jours; le dixième jour, par moelle d'un jour.

» On fait ainsi trois traitements en dix jours et en conduisant chacun aux moelles les plus fraîches.

» Si les morsures ne sont pas cicatrisées, si les personnes mordues ont tardé de venir au traitement, il nous arrive, après des intervalles de repos de deux à quelques jours, de reprendre de nouveau ces mêmes traitements et d'atteindre les périodes de quatre à cinq semaines qui sont les périodes dangereuses pour les enfants mordus à la face ([1]).

» Ce mode de vaccination fonctionne pour les grièvement mordus depuis deux mois, et les résultats sont jusqu'ici très favorables. Qu'il me suffise, pour en donner la preuve, de mettre en parallèle, d'une part, les circonstances de morsure et d'inoculation des 6 enfants que le traitement simple n'a pas préservés ; d'autre part, celles qui sont relatives à 10 enfants

---

([1]) Pour des cas de morsures multiples très graves, le premier traitement pourrait être, à la rigueur, donné en un seul jour et être répété les jours suivants. Les expériences sur les chiens autoriseraient cette pratique. En Russie, on constate de telles morsures soit par des loups, soit par des chiens.

aussi gravement mordus au mois d'août dernier, et ayant reçu le traitement intensif.

Tableau des 6 enfants morts sur les 1700 Français traités dans la première année (1885-1886).

Noms.	Age.	Morsures et leur siège.	Dates des morsures.	Dates du traitement.	Inoculations.	Date de la mort.	Observations.
Videau ..	3 ans.	Poignet droit. Arcade sourcilière droite.	24 février.	27 fév.-7 mars.	Moelles de 14 à 6 jours. (Une moelle par jour.)	24 sept. 1886.	Le traitement, insuffisant, n'avait produit qu'une vaccination partielle.
Lagut ...	11 ans.	Lèvre inférieure.	18 mai.	24 mai-2 juin.	Moelles de 14 à 5 jours.	17 juin.	Même observation.
Clédière .	21 mois.	Face palmaire et deux doigts de la main droite.	17 juin.	21 juin-30 juin.	Moelles de 14 à 5 jours. (Une moelle par jour.)	17 août.	Même observation.
Peytel ...	6 ans.	Annulaire et médius droit. Deux morsures à la commissure des lèvres. Morsure à la lèvre inférieure, à la paupière et la joue gauches.	28 juin.	30 juin-9 juillet.	Moelles de 14 à 5 jours, puis de 10 à 3 jours. (Une moelle par jour.)	17 juillet.	Il eût fallu faire trois traitements dans les 10 premiers jours, en allant jusqu'à la moelle de 2 et même de 1 jour chaque fois.
Moulis ...	6 ans.	Trois morsures à l'avant-bras. Grande perte de substance.	31 juillet.	6 août-12 août.	Moelles de 14 à 4 jours. (Une moelle par jour.)	8 septembre.	Traitement insuffisant.
Astier	2 ans.	Deux joues au-dessous des yeux. Six morsures près des lèvres et égratignures aux mains.	4 août.	5 août-21 août.	Moelles de 12 à 5 jours, puis de 8 à 3 jours, puis de 8 à 3 jours, puis de 3 et de 2. (Une moelle par jour.)	16 septembre.	Vu la gravité et le nombre des morsures, il eût fallu que le premier traitement ne durât que 1 ou 2 jours seulement et qu'il fût suivi par des traitements intensifs répétés.

Tableau de 10 enfants, mordus à la face et à la tête, soumis aux traitements intensifs et répétés.

Noms.	Age.	Morsures et leur siège.	Date des morsures.	Dates des traitements.	Inoculations.	Observations.
Degoul	2 ans $\frac{1}{2}$.	Fortes morsures à la tête et aux cuisses. 24 morsures et égratignures.	29 août.	30 août-2 octobre.	Moelles de 10 jours à 2 jours, données en 3 jours. Moelles de 8 jours à 2 jours. » 8 » 1 » » 6 » 1 »	A la date du 1er novembre les morsures remontent à 63 jours.
Baillet (Élise) ..	3 ans $\frac{1}{2}$.	Morsures au-dessous de l'œil gauche.	20 août.	22 août-4 octobre.	Moelles de 14 jours à 2 jours, données en 3 jours. Moelles de 8 jours à 1 jour. » 6 » 1 »	Idem à 72 jours.
Cuningham	7 ans.	Morsures au bras gauche et à l'oreille gauche.	23 août.	26 août-23 septembre.	Moelles de 14 jours à 2 jours. » 8 » 2 » » 8 » 1 »	Idem à 69 jours.
Tattersall	10 ans.	Forte morsure à la joue sous l'œil gauche.	7 août.	12 août-13 septembre.	Moelles de 14 jours à 3 jours. » 8 » 2 » » 8 » 2 » » 8 » 2 »	Idem à 85 jours.
Sykes	11 ans.	Plaie étendue à la joue droite.	22 août.	30 août-2 octobre.	Moelles de 14 jours à 2 jours, données en 3 jours. Moelles de 8 jours à 2 jours. » 8 » 1 » » 6 » 1 »	Idem à 70 jours.
Champion	2 ans $\frac{1}{2}$.	Morsures sous l'œil gauche et à la lèvre supérieure.	30 août.	1er sept.-2 octobre.	Moelles de 12 jours à 2 jours, données en 3 jours. Moelles de 8 jours à 1 jour. » 6 » 1 » » 6 » 1 »	Idem à 62 jours.
Masson	12 ans.	Morsure partie médiane de la lèvre supérieure.	26 août.	1er sept.-3 octobre.	Moelles de 10 jours à 2 jours, données en 3 jours. Moelles de 8 jours à 2 jours. » 6 » 1 » » 3 » 1 »	Idem à 66 jours.
Bertheloot	14 ans.	Morsure cloison du nez du côté droit.	25 août.	2 sept.-22 septembre.	Moelles de 12 jours à 2 jours, données en 3 jours. Moelles de 8 jours à 2 jours. » 5 » 1 » » 4 » 1 »	Idem à 67 jours.
Lescure	8 ans.	Morsure angle externe du sourcil droit.	13 août.	24 août-23 septembre.	Moelles de 12 jours à 2 jours, données en 3 jours. Moelles de 10 jours à 2 jours. » 8 » 3 » » 4 » 1 »	Idem à 79 jours.
Dubarry	2 ans $\frac{1}{2}$.	Morsure à la lèvre supérieure et sur la muqueuse.	20 août.	25 août-1er octobre.	Moelles de 14 jours à 2 jours, données en 3 jours. Moelles de 8 jours à 2 jours. » 6 » 1 » » 3 » 1 »	Idem à 70 jours.

» Comme il est rare que la période dangereuse dépasse, pour les enfants mordus au visage et à la tête, la durée de quatre à six semaines, j'ai la confiance que ces 10 enfants sont, dès à présent, hors des atteintes de la rage.

» Ce nouveau traitement a exigé une extension du service de la rage. M. le Dr Terrillon, agrégé de la Faculté de Médecine, M. le Dr Roux, sous-directeur de mon laboratoire, M. le Dr Chantemesse, médecin des hôpitaux, et M. le Dr Charrin nous ont apporté, au Dr Grancher et à moi, leur collaboration la plus dévouée.

» III. Il me reste à faire connaître à l'Académie les résultats de nouvelles expériences sur les chiens.

» On pouvait objecter à la pratique habituelle des vaccinations de l'homme *après* morsure, fondée sur la vaccination des chiens *avant* morsure, que l'immunité des animaux n'avait pas été suffisamment démontrée après leur infection certaine par le virus rabique. Pour répondre à cette objection, il suffit de produire l'état réfractaire des chiens après trépanation et inoculation intra-crânienne du virus de la rage des rues. La trépanation est le mode d'infection le plus certain et ses effets sont constants.

» Mes premières expériences sur ce point remontent au mois d'août 1885. Le succès avait été partiel. Dans le cours de ces derniers mois, j'ai repris ces expériences aussitôt que le service de la rage m'en a laissé le loisir. Voici les conditions de leur réussite : la vaccination doit commencer peu de temps après l'inoculation, dès le lendemain, et l'on doit y procéder rapidement, donner la série des moelles préservatrices en vingt-quatre heures et même dans un délai moindre, puis répéter, de deux en deux heures, le traitement une ou deux fois.

» Si le Dr de Frisch, de Vienne, a échoué dans des expériences de ce genre, cet échec est dû à la méthode de vaccination lente qu'il a adoptée. Pour réussir, il faut, je le répète, procéder rapidement, vacciner les animaux en peu d'heures, puis les revacciner. On pourrait formuler ainsi les conditions de réussite ou d'échec de ces expériences : le succès de la vaccination des animaux, après leur infection par trépanation, dépend de la rapidité et de l'intensité de la vaccination.

» L'immunité conférée dans de telles conditions est la meilleure preuve de l'excellence de la méthode. »

M. le **Président** félicite et remercie M. Pasteur de l'admirable constance avec laquelle il poursuit ses travaux.

« Toutes les grandes découvertes, dit-il, ont eu leurs phases d'épreuves. Puisse votre santé résister à celles qu'il vous a fallu subir! Si jamais vous sentiez chanceler votre courage, rappelez-vous le bien que vous avez fait et songez que l'humanité a encore besoin de vous! »

MÉCANIQUE. — *Écoulement varié des gaz;* par M. **Haton de la Goupillière.**

« 6. On voit que les questions qui précèdent [1] se résolvent analytiquement avec une rigueur complète et avec plus de simplicité qu'on ne l'aurait peut-être pensé *a priori*. Mais il est essentiel de bien fixer le véritable caractère de ces formules par rapport aux applications expérimentales. On ne saurait, en effet, attendre d'aucun de ces deux exemples pris à un point de vue aussi absolu la représentation exacte des faits; et il resterait, pour parvenir à ce résultat, un pas à franchir.

» Ces calculs présentent, d'une part, une solution générale fondée sur l'équation

$$\frac{u^2}{2g} = \int_p^{p_1} v\,dp, \tag{1}$$

qui n'est autre que celle des forces vives; et, en second lieu, pour éclaircir l'application de cette méthode, deux exemples *abstraits* relatifs aux modes de mouvement isotherme et adiabatique. Rien ne saurait évidemment donner *a priori* l'assurance que l'un ou l'autre de ces deux types absolus doive nécessairement se rencontrer dans un écoulement réel, au milieu des circonstances de la pratique. Mais, de plus, d'autres doutes encore viendraient planer sur une telle appropriation.

» Sommes-nous réellement autorisés à traiter, ainsi que nous l'avons fait, m comme une constante? Peut-on affirmer à l'avance que la pression développée dans la section contractée soit, à chaque instant, exactement égale à celle qui correspond, pour l'enceinte en voie de remplissage, à la densité moyenne résultant de la quantité de fluide déjà introduite, ou, dans le second problème, à la pression constante ambiante? Il y a plus, et

---

[1] Voir ci-dessus, pages 661 et 709.

des observations fort curieuses ont précisément montré depuis longtemps qu'il n'en était pas toujours ainsi dans la réalité.

» Une discussion extrêmement intéressante a été soulevée récemment à l'occasion d'un ensemble très important d'expériences, exécutées par M. G.-A. Hirn ([1]), qui ont rappelé à l'attention des physiciens des observations beaucoup plus anciennes, dues à notre éminent et regretté Confrère de Saint-Venant, ainsi qu'à Wantzel ([2]). Ces deux savants, après avoir commencé par établir, dès l'année 1839, la formule (1) (qui, pour cette raison, devrait porter leur nom), ont été frappés des anomalies qu'elle présente lorsque le rapport des pressions devient exagéré. A la limite, si on le suppose nul ou infini (suivant la manière dont on le considère), on voit s'annuler le débit en poids ([3]), la croissance de la vitesse se trouvant alors dominée par celle de la raréfaction. Ne pouvant chercher un contrôle effectif d'un tel paradoxe dans les expériences de Lagerhjelm ni dans celles de Daubuisson, qui ne sont relatives, les unes et les autres, qu'à des rapports très rapprochés de l'unité, de Saint-Venant et Wantzel entreprirent eux-mêmes une série d'essais directs. Ils énoncèrent notamment ([4]) que la vitesse d'écoulement commençait par rester sensiblement constante, jusqu'à ce que le rapport des pressions fût arrivé à $\frac{2}{5}$ environ; après quoi seulement la rapidité du mouvement se mettait à varier d'une manière qu'ils cherchèrent à représenter par une formule empirique. Les auteurs en concluent déjà que la tension de l'air qui traverse l'orifice n'est pas égale à la pression dans l'enceinte d'aval ([5]).

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. VII, mars 1886, p. 289. — On peut également consulter, sur le même sujet, les Ouvrages suivants de M. G.-A. Hirn, publiés à la librairie Gauthier-Villars : *Recherches expérimentales et analytiques sur les lois de l'écoulement des gaz*, etc., 1886. — *Recherches expérimentales sur la limite de vitesse que prend un gaz*, etc., 1886. — *Nouvelle réfutation générale des théories appelées* cinétiques, 1886. — *L'Avenir du Dynamisme dans les Sciences physiques*. — *La Cinétique moderne et le Dynamisme de l'avenir*, 1886.

([2]) *Mémoire et expériences sur l'écoulement de l'air déterminé par des différences de pressions considérables* (*Journal de l'École Polytechnique*, XXVIIe Cahier).

([3]) Mémoire cité, p. 94.

([4]) Mémoire cité, p. 102.

([5]) Il est bien remarquable que les savants auteurs parlent également déjà de *périodicité* dans l'écoulement (page 90, note), influence vibratoire très accusée dans les liquides [Savart, *De la Constitution des veines liquides lancées par des orifices circulaires en mince paroi* (*Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. LIII, p. 357). — Colonel Boileau, *Notions nouvelles d'Hydraulique*, p. 11. — Baumgarten, *Annales des Ponts et Chaussées*, 1847. — De Caligny, *Recherches théoriques et ex-*

» M. le capitaine Hugoniot, en discutant de son côté les résultats numériques obtenus par M. Hirn [1], n'a pu accepter la négation à laquelle notre savant Correspondant s'était trouvé conduit [2] relativement à la formule de Weissbach et à ses conséquences. Il regarde cette relation comme exacte et la tension comme égale à celle du milieu d'aval, mais seulement pour une partie de la variation du rapport des pressions des deux enceintes, supérieure à une valeur de ce rapport qui est égale à 0,522 quand on l'évalue d'après le mode adiabatique. En même temps, le coefficient de contraction varie, pour M. Hugoniot, dans une amplitude que n'admet pas M. Hirn [3]. Lorsque le rapport des pressions extrêmes se tient, au contraire, au-dessous de ce point, M. Hugoniot montre que le débit en poids demeure constant, ainsi que la tension intérieure de la veine qui conserve la valeur $0,522 p_1$, quelle que soit la pression p_0.

» M. Parenty, ingénieur des Manufactures de l'État, est également intervenu dans ce débat [4], à l'occasion d'une vérification des conditions d'emploi de son ingénieux compteur de vapeur et de fluides à haute ou basse pression [5]. Il arrive lui-même à adopter, pour le débit en poids, un tracé représentatif composé d'un arc curviligne prolongé, à partir de son point maximum, par la tangente en ce point.

» Ajoutons enfin que les résultats précédents, relatifs à l'orifice en mince paroi, se modifient pour une tuyère convergente.

» 7. D'après ces développements, il resterait, au lieu de se donner arbitrairement *a priori*, comme dans les deux exemples traités ci-dessus, l'expression de p et la valeur constante de m, à dégager définitivement la forme réelle de la variation de la pression et du coefficient de contraction, à les substituer, en distinguant les phases, dans l'une ou l'autre de nos formules générales qui correspondent à une tension intérieure constante ou variable, en faisant au besoin rentrer m sous le signe d'intégration et effectuant alors la double quadrature.

---

périmentales sur les oscillations de l'eau, 1883, t. I, p. 132] et qui existe également pour le mouvement des gaz [J. Maurat, *Des mouvements vibratoires qui accompagnent l'écoulement des gaz et des liquides* (*Revue des Cours scientifiques*, 1868, p. 490)].

(1) *Comptes rendus*, t. CII, p. 1545; t. CIII, p. 241.

(2) Mémoire cité, p. 347.

(3) *Comptes rendus*, t. CIII, p. 111, 371, 514.

(4) *Ibid.*, t. CIII, p. 125.

(5) *Ibid.*, t. CII, p. 811.

» Malgré la distance qui sépare ainsi l'état de la question de la représentation effective des faits, il m'a semblé qu'il n'était pas inutile de présenter dès à présent la méthode générale qui précède, ainsi que les calculs très simples relatifs aux deux hypothèses classiques que l'on ne manque jamais d'envisager comme exemples dans toutes les recherches de Thermodynamique, alors même qu'il est impossible de se dissimuler l'existence d'un écart important entre leurs énoncés absolus et les conditions réelles de l'application. J'y ai été porté notamment par la lecture d'un passage de l'un des Ouvrages les plus remarquables qui aient été écrits sur la Mécanique des gaz et des vapeurs (¹), dont l'auteur, « regardant la détermination du temps de l'écoulement comme très importante, et les calculs qui » pourraient y conduire comme très compliqués », ne craint pas d'introduire, dans ce but, des aperçus déclarés par lui-même purement approximatifs, ainsi que l'hypothèse isotherme, « en vue d'arriver, du moins, à » connaître l'ordre de grandeur des résultats ». Les moyens analytiques simples et rigoureux qui précèdent m'ont paru de nature à combler, tout au moins, cette lacune. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les expériences de transport de force communiquées par M.* Fontaine. Note de M. **Marcel Deprez.**

« M. Fontaine a soumis dernièrement au jugement de l'Académie une expérience de transmission de la force par l'électricité, faite au moyen d'un procédé qu'il croit nouveau et qui consiste à remplacer la machine génératrice et la machine réceptrice par une collection de machines accouplées en série, en nombre suffisant pour que la somme de leurs forces électromotrices atteigne la valeur qu'on veut obtenir. Dans l'expérience citée, le nombre des génératrices était de quatre et le nombre des réceptrices, de trois. Cette idée est loin d'être nouvelle; c'est même celle qui a été proposée par tous les électriciens qui ont cherché à obtenir de hautes tensions sans avoir recours à la construction des machines spéciales que j'ai réalisées le premier.

» Quant au moyen employé par M. Fontaine pour commander simultanément les quatre anneaux des génératrices, il ressemble beaucoup à celui qui est décrit dans un brevet que j'ai pris le 28 avril 1885, et où je

(¹) Léon Pochet, *Nouvelle Mécanique industrielle*, p. 251.

donne précisément un exemple d'application de ce procédé à une machine à quatre anneaux de $0^{m},30$ de diamètre et de $0^{m},20$ de longueur, comme ceux de la machine qui avait servi aux expériences des Ateliers du Chemin de fer du Nord, en février 1883. On arrivait ainsi à réaliser un appareil dont chaque anneau pouvait donner une force électromotrice de 1500 volts à 1000 tours par minute, la résistance intérieure d'un anneau étant de $5^{ohms},5$ et la résistance totale des quatre inducteurs étant de 15 ohms. Le poids des parties actives se décomposait ainsi qu'il suit :

Fer doux	1124 kg
Cuivre	652
Total	1776

» En ajoutant 600^{kg} pour le bâti, on voit que l'on serait arrivé à un poids total inférieur à 2500^{kg} pour une machine à quatre anneaux pouvant engendrer 6000 volts et 10 ampères à la vitesse de 1000 tours par minute. C'est la moitié du poids des quatre machines Fontaine. Ces résultats ne laissent place à aucun doute, puisqu'ils sont obtenus par l'addition des effets de machines identiques parfaitement connues.

» Mais ce projet n'eut pas de suite, parce que les conditions imposées pour l'expérience de Creil étaient tout autres. Les machines de M. Fontaine tournent à une vitesse de 1300 tours par minute ; celles de Creil ne font que 200 tours dans le même temps ; la vitesse linéaire des anneaux Fontaine est de $20^{m},50$ par seconde, au lieu de $7^{m},50$ qui est celle des machines de Creil. Si j'avais imprimé à ces dernières une vitesse linéaire de $20^{m},50$, elles auraient donné une force électromotrice supérieure à 16000 volts. Les conditions ne sont en aucune façon comparables, comme on le voit, et si les machines de Creil sont lourdes, c'est uniquement parce qu'on ne leur demande qu'une vitesse très petite et qu'on n'a rien fait pour les alléger. Si, dans l'industrie, on comparait les machines entre elles en prenant la légèreté comme une condition primant toutes les autres, les machines de bateaux torpilleurs seraient bien supérieures aux machines d'usine, et cependant ces dernières sont d'un usage incomparablement plus répandu, quoique beaucoup plus pesantes par unité de force. Les raisons de cette préférence sont trop évidentes pour que je croie devoir les développer.

» Dans cet ordre d'idées, l'expédient adopté par M. Fontaine est de même nature que celui d'un chef d'usine qui, aux lieu et place d'un moteur unique

de 100^{chx}, à marche lente et sûre, préférerait employer quatre petits moteurs de 25^{chx} marchant à grande vitesse et agissant sur le même arbre au moyen de transmissions mécaniques ayant pour but de ralentir la vitesse. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales montrant combien sont variés et nombreux les effets purement dynamiques provenant d'influences exercées sur l'encéphale par les nerfs sensitifs et sur les nerfs moteurs par les centres nerveux*. Note de M. **Brown-Séquard**.

« I. J'ai trouvé, depuis sept ou huit ans, qu'il n'est guère possible d'irriter une partie sensible de l'organisme animal sans modifier plus ou moins profondément l'équilibre dynamique de la presque totalité du système nerveux ainsi que l'irritabilité des tissus contractiles. Les irritations périphériques unilatérales (au tronc, aux membres ou à la tête) déterminent des changements partout ou presque partout, de telle sorte que l'on voit la zone excito-motrice de la surface cérébrale et le reste de l'encéphale, la moelle épinière, les nerfs moteurs et les tissus contractiles, gagner en excitabilité (quelquefois à un très haut degré) dans certains points, tandis que d'autres points perdent de leur excitabilité d'une manière plus ou moins notable. Les irritations unilatérales dans toutes les parties excitables de l'encéphale et de la moelle épinière, et même dans des portions considérées comme inexcitables à la surface du cerveau, déterminent aussi des changements dynamiques partout ou presque partout, comme les irritations périphériques.

» II. La variété des effets produits par les irritations périphériques est très considérable. Les circonstances ayant le plus d'importance à cet égard sont : 1° l'espèce d'animal; 2° l'espèce d'irritation; 3° le lieu de l'application de l'irritant; 4° enfin et surtout l'étendue de la surface irritée (1). Les effets des irritations de la peau ou d'autres points des membres et du tronc

---

(1) Quelques expérimentateurs, qui ont essayé de répéter les expériences que j'ai publiées sur les effets d'applications de chloroforme sur la peau, n'ont obtenu qu'une faible partie des résultats que j'ai constatés. Ils auraient certainement vu ce que j'ai trouvé, s'ils avaient tenu compte de ce que j'ai dit concernant la nécessité d'irriter une surface très considérable de la peau et de renouveler l'irritation un grand nombre de fois.

sont tout aussi variés que ceux qui proviennent de vers dans l'intestin ou de lésions des différentes parties de l'encéphale ou de la moelle épinière. Les irritations de la peau ou des nerfs sensitifs peuvent causer de l'anesthésie, de la paralysie, de la contracture, des convulsions, de la catalepsie, de la chorée, des tremblements et nombre d'autres phénomènes. Est-ce par un acte purement dynamique, ou par suite d'une altération de nutrition que ces manifestations réflexes morbides se montrent? Les faits, en très grand nombre, donnent des preuves décisives que ces troubles sont essentiellement dus à un acte purement dynamique (mise en jeu de propriété, inhibition ou dynamogénie), bien qu'ils s'accompagnent souvent de changements vasculaires et d'altérations de nutrition ou de sécrétion. En effet, j'ai constaté que ces phénomènes peuvent se montrer soudainement ou trop promptement pour qu'ils puissent être considérés comme dépendant d'un changement organique quelconque. De plus, ils peuvent disparaître tout aussi soudainement ou au moins tout aussi promptement qu'ils se sont montrés.

» III. Les irritations périphériques qui ont causé soit les effets dynamiques déjà mentionnés, soit les changements, en moins ou en plus, du degré d'excitabilité des centres nerveux, des nerfs et des muscles, ont été produites par nombre de causes parmi lesquelles je signalerai les suivantes : applications à la peau de chloral anhydre, de chloroforme [1], de chlorure de méthyle, de chloral hydraté dissous dans de l'éther sulfurique, d'acide sulfurique de Nordhausen, de moutarde, de vésicatoires, de chaleur (fer chauffé au blanc), etc.; injections sous-cutanées de plusieurs des substances déjà nommées, d'éther sulfurique, d'acide prussique, d'acide phénique, de digitaline, etc.; applications aux muqueuses nasale, buccale ou laryngée d'acide carbonique, de cocaïne, de sels de morphine et de plusieurs des substances déjà mentionnées; une simple section de la peau (au cou surtout), la section d'un nerf et surtout du sciatique et l'élongation de différents nerfs. Parmi ces divers moyens d'irritation, ceux qui ont donné les effets les plus variés ou le plus dignes d'intérêt sont le chloroforme, l'acide prussique et la section du nerf sciatique.

» IV. Quant aux irritations des centres nerveux, je me bornerai à men-

---

[1] Voyez ma Note intitulée : *Des phénomènes unilatéraux, inhibitoires et dynamogéniques, dus à une irritation des nerfs cutanés par le chloroforme* (*Comptes rendus*, vol. XCII, 27 juin 1881, p. 1517).

tionner aujourd'hui les effets que tout le monde pourra aisément admettre comme étant purement dynamiques, laissant de côté ceux que l'on considère, à tort selon moi, comme dépendant d'une perte de fonction de la partie lésée ou d'une simple mise en jeu d'une propriété excito-motrice appartenant à cette partie. Parmi les effets purement dynamiques des irritations des centres nerveux, ceux qui sont le plus dignes d'intérêt s'observent surtout à la suite de sections complètes ou incomplètes d'une moitié latérale du centre cérébro-rachidien. De toutes les parties de cet axe nerveux central, il n'en est pas dont l'influence soit aussi grande que celle du bulbe rachidien et des parties qui l'avoisinent le plus, c'est-à-dire la portion inférieure de la protubérance annulaire et la portion supérieure de la moelle cervicale. Les effets le plus fréquemment observés consistent en changements immédiats de l'excitabilité des muscles et des nerfs moteurs, changements qui peuvent se produire même lorsque la circulation a cessé, surtout si l'animal est tué avec arrêt actif des échanges entre le sang et les tissus, cas dans lequel il n'y a pas de convulsions.

» Parmi les phénomènes purement dynamiques, il importe de signaler la contracture. Elle peut se montrer et disparaître plus ou moins rapidement après une lésion d'une partie quelconque de la base de l'encéphale ou de la moelle épinière; elle peut apparaître dans un, deux ou trois membres, ou dans les quatre, après une irritation par brûlure de la surface cérébrale, même dans les parties que l'on considère (bien à tort cependant) comme n'étant pas excito-motrices. Après une hémisection de la moelle épinière, elle peut survenir soit en avant, soit en arrière du point lésé. Dans ces diverses circonstances, elle dépend essentiellement d'un changement dynamique et non d'altérations organiques, car elle peut se montrer immédiatement après l'irritation et même lorsque la circulation a cessé. J'ajoute qu'elle peut disparaître subitement.

» V. Il y a lieu de se demander si le système nerveux et les tissus contractiles, à la suite d'irritations périphériques ou centrales de ce système, sont alors modifiés uniquement ou principalement dans leur condition dynamique, c'est-à-dire si leurs propriétés sont véritablement inhibées ou dynamogéniées. J'ai déjà donné quelques raisons qui semblent décisives pour faire admettre que ce sont des changements dynamiques qui ont lieu dans ces différents cas. Mais il est quelquefois difficile de décider si c'est bien une inhibition véritable que l'on observe ou une diminution de la puissance de contraction des muscles, due à l'existence d'une tonicité aug-

mentée ou d'une véritable contracture. La question de savoir si les nerfs, et surtout si les tissus contractiles sont capables d'être inhibés, est trop importante pour être examinée dans un travail de généralités comme celui-ci. Je renvoie donc à plus tard cet examen et je me contenterai de signaler aujourd'hui quelques-unes des apparences d'inhibition et de dynamogénie qui se montrent dans les nerfs moteurs sous l'influence d'irritations unilatérales des centres nerveux ou des nerfs sensitifs de la peau ou du tissu cellulaire.

» VI. Il était essentiel, pour s'assurer que les différences d'excitabilité des nerfs moteurs et des muscles des deux côtés du corps dépendent des irritations produites dans un point quelconque du système nerveux, d'être absolument certain que dans la mort ordinaire, non précédée ou immédiatement suivie d'irritations locales, périphériques ou centrales, il n'y a pas de différences très notables entre les deux côtés du corps. Pour cette raison, mais aussi depuis très longtemps en cherchant d'autres choses, j'ai fait sur plusieurs centaines d'animaux l'examen comparatif des nerfs des deux côtés du corps. Dans cinq cas seulement, j'ai vu des différences égalant à peu près la moyenne de celles que j'ai trouvées chez la plupart des animaux soumis avant ou aussitôt après la mort à des irritations considérables du système nerveux, cutané ou central. Cependant, chez deux chiens j'ai trouvé des différences presque aussi grandes que les plus excessives observées chez les animaux soumis à des irritations unilatérales. Peut-être l'explication de ces deux faits si exceptionnels se trouve-t-elle dans l'existence d'affections unilatérales chez ces animaux, l'un d'eux étant atteint d'inflammation d'un des poumons, l'autre d'inflammation d'un des reins. Quoi qu'il en soit des cas exceptionnels, la règle est qu'un animal mort sans irritation unilatérale montre presque toujours fort peu de différence entre les deux côtés du corps quant à l'excitabilité des nerfs moteurs, soit pendant la vie, soit après la mort.

» VII. Une même irritation périphérique ou centrale ne produit pas toujours les mêmes changements. Ainsi la section d'une moitié latérale du bulbe rachidien, au niveau du bec du calamus *à droite*, par exemple, peut quintupler ou même décupler l'excitabilité du nerf phrénique et l'irritabilité du diaphragme, du côté *droit*, et diminuer plus ou moins les propriétés de ces parties *à gauche;* mais la même lésion peut donner exactement l'inverse chez un animal de l'espèce du précédent, l'état dynamogénique se montrant du côté opposé à celui de l'irritation et l'état inhibitoire du côté de celle-ci. Cependant neuf fois sur dix, au moins, les choses se passent comme dans

le premier de ces deux cas ([1]). De plus, il arrive, deux ou trois fois sur dix, que l'état inhibitoire manque et que l'excitabilité du nerf phrénique et du diaphragme soit augmentée des deux côtés, presque toujours davantage du côté correspondant à celui de l'irritation au bulbe. Il est excessivement rare qu'un état d'inhibition soit produit des deux côtés.

» En général, les irritations unilatérales de l'encéphale et de la moelle cervicale, au niveau des deux premières paires de nerfs, déterminent de la dynamogénie dans le nerf phrénique et son muscle, dans les nerfs et les muscles du membre antérieur, du côté de l'irritation, et dans les nerfs et les muscles du membre postérieur de l'autre côté; mais quelquefois ces effets sont renversés et, dans d'autres cas encore, on voit apparaître de la dynamogénie dans tous les nerfs moteurs (facial et nerfs des membres) du côté de la lésion et de l'inhibition dans ceux du côté opposé.

» VIII. Il importe de signaler une autre particularité, singulière assurément mais très intéressante : un nerf moteur, et particulièrement le phrénique, peut après une irritation (surtout celle du bulbe) être dynamogénié à un très haut degré et agir sur des muscles, sous une excitation faradique même cinq ou six cents fois moindre que l'excitation minimum capable de donner une sensation à la langue humaine, et pourtant ce nerf, dont la puissance semble si prodigieusement augmentée, peut perdre (en apparence du moins) toute son excitabilité dans un temps très court après la mort.

» Dans un autre travail j'expliquerai cette singularité, ainsi que le fait, qui semble bizarre, mais que j'ai constaté nombre de fois, qu'après une irritation unilatérale (centrale ou périphérique) l'excitabilité d'un nerf moteur, et surtout celle du nerf phrénique, peut varier, en plus ou en moins, plusieurs fois, après la mort, et d'une manière si notable qu'elle peut être alternativement bien plus forte et bien plus faible qu'à l'état normal. Que cette dernière particularité soit due, quelquefois, au moins en partie, à des variations de tonicité des muscles, ce n'est pas douteux, mais assurément ce n'est pas là la seule cause des alternatives d'augmentation et de diminution, en apparence spontanées, des nerfs moteurs dans les cas que nous étudions.

» *Conclusions.* — Tous les nerfs moteurs et presque toutes les parties excitables des centres nerveux peuvent avoir des modifications très notables

---

([1]) Voyez mes deux Notes intitulées : *Recherches sur une nouvelle propriété du système nerveux* (*Comptes rendus,* t. LXXXIX, p. 889, novembre 1879; et t. XCI, p. 885, novembre 1881).

de leur excitabilité, sous l'influence d'irritations lointaines, même peu considérables, de la plupart des parties du système nerveux. »

CHIMIE. — *Sur le poids atomique de l'oxyde de gadolinium;* par M. **A.-E. Nordenskiöld**.

« Je désigne ici, de même que dans quelques Mémoires précédents, par *oxyde de gadolinium*, le mélange d'oxydes découverts d'abord dans la gadolinite d'Ytterby, et caractérisés, au point de vue chimique, par la réaction, d'être précipités de leurs solutions par l'ammoniaque et par l'oxalate d'ammonium, ainsi que par le sulfate neutre de potasse. Comme on le sait à présent, ce mélange, longtemps considéré comme un oxyde simple, se compose d'au moins trois oxydes très rapprochés au point de vue chimique, quoique ayant des poids atomiques très différents. Ces oxydes sont les suivants :

	Poids atomique (1).	1gr de l'oxyde donne du sulfate neutre.
	gr	gr
Oxyde d'yttrium	227,2	2,056
» d'erbium	380	1,632
» d'ytterbium	392	1,612

» La Science n'ayant pas encore trouvé le moyen de séparer quantitativement ces éléments si ressemblants et pourtant si différents par leur poids atomique, on est forcé, afin de pouvoir calculer la composition atomique des minéraux dans lesquels ces oxydes entrent comme partie constituante, de déterminer pour chaque analyse le poids atomique du mélange des oxydes.

» Je viens de faire une telle détermination à l'occasion de l'analyse d'un remarquable silicate carbonaté d'yttrium, erbium et ytterbium (ou de gadolinium), trouvé récemment à Hitterö en Norvège et appelé *kainosite*. Je trouvai à cette occasion que 1gr de l'oxyde de gadolinium tiré de la kainosite donne 1gr,922 de sulfate neutre, ce qui correspond à un poids atomique de 260gr,2 de l'oxyde. En comparant ce chiffre avec le poids atomique obtenu de la même manière pour l'oxyde de gadolinium provenant d'autres minéraux, je constatai, à mon grand étonnement, que l'oxyde de gadolinium,

(1) En prenant le poids atomique de l'oxygène (16), et supposant que ces oxydes sont composés d'après la formule R^2O^3.

quoiqu'il constitue un mélange d'au moins trois oxydes dont les poids atomiques varient entre 227gr et 392gr, présente toujours, quel que soit le minéral d'où il a été tiré, un poids atomique constant.

» Le Tableau suivant donne toutes les observations faites jusqu'ici à cet égard :

	Acides, etc. entrant dans la constitution du minéral.	Quantité approxim. d'oxyde de gadolinium pour 100.	1gr d'oxyde de gadolinium donne en sulfate.	Poids atomique de l'oxyde de gadolinium.	
Gadolinite de Ytterby.	SiO^2	50	1,923	260	A.-E. Nordenskiöld.
Gadolinite de Karlberg en Dalécarlie......	SiO^2	34,6	1,908	264,2	G. Lindström (¹).
Kainosite de Hitterö .	SiO^2, CO^2	38	1,922	260,2	A.-E. Nordenskiöld (²).
Azzhenite de Ytterby.	SiO^2, Ta^2O^5	33,2	1,910	263,8	N. Engström (³).
Xénotime de Hitterö .	P^2O^5	60	1,922	260,2	A.-E. Nordenskiöld.
Fergusonite de Garta près d'Arendal.....	Nb^2O^5	39	1,909	264	G. Lindström.
Fergusonite de Moss .	Nb^2O^5	39	1,926	259,2	G. Lindström.
Clévéite de Garta....	U^2O^4	10,1	1,909	264	G. Lindström et Clève (⁴).
Fluocérite d'Osterby en Dalécarlie......		2,5	1,919	261,2	A.-E. Nordenskiöld.
Eudialite de Kangerd-luarsuk en Groënland..............	SiO^2	0,1	1,923	260	G. Lindström.
Moyenne........			1,917	261,9	

» L'oxyde de gadolinium, employé par moi ou par M. Lindström pour les déterminations des poids atomiques donnés ci-dessus, a été produit de la manière suivante.

» On dissout le minéral dans l'acide muriatique ou sulfurique. L'acide silicique, tantalique, niobique, etc., sont éloignés par les procédés ordinaires. On précipite les oxydes de fer, d'aluminium, de cérium, d'yttrium, etc., avec de l'ammoniaque.

» La précipitation ammoniacale est dissoute dans l'acide muriatique, et

(¹) *Société géologique suédoise*, p. 218; 1874.
(²) *Ibid.*, 1886, p. 143.
(³) Nils Engstrom, *Undersökning af nagra mineral; som innehalla sallsynta jordarter*. Upsala, 1877.
(⁴) *Société géologique suédoise*, p. 218; 1878.

de la solution légèrement acide on précipite les oxydes de cérium, yttrium, etc., avec l'oxalate d'ammonium. La précipitation est séparée, chauffée au rouge, dissoute dans l'acide sulfurique, puis l'oxyde de gadolinium est séparé des oxydes de cérium, lanthane, etc., par la précipitation de ces derniers avec une solution saturée de sulfate neutre de potasse. De la solution filtrée, on précipite l'oxyde de gadolinium, d'abord pour le séparer de la potasse, deux fois avec de l'ammoniaque, puis avec de l'oxalate d'ammonium. L'oxyde de gadolinium obtenu, de cette manière, par le chauffage au rouge de l'oxalate, ne contient pas d'oxydes de cérium, lanthane ou didyme, ni de potasse.

» Il est facile d'en déterminer le poids atomique en transformant une quantité déterminée de l'oxyde en sulfate par la digestion avec l'acide sulfurique hydraté et l'évaporation de l'eau et de l'excédent de l'acide, jusqu'au commencement du rouge sombre. Le sulfate chauffé se dissout facilement dans l'eau froide. La solution est rarement tout à fait limpide : le résidu est toutefois toujours très insignifiant, si l'on a opéré avec précaution. Si le minéral brut contient de l'acide phosphorique, on veillera spécialement à ce que l'oxyde soit purifié de cette substance, de laquelle on le sépare facilement par des précipitations réitérées avec l'oxalate d'ammonium.

» Les minéraux indiqués dans le Tableau ci-dessus proviennent de sept localités très éloignées les unes des autres (¹); leurs bases sont combinées avec des acides totalement différents; les déterminations des poids atomiques ont été faites par des personnes différentes, dont la manière d'opérer n'était naturellement pas entièrement la même. L'accord que l'on constate entre les poids atomiques du mélange que j'ai appelé oxyde de gadolinium, tiré de dix minéraux différents, est bien remarquable. Il est tout aussi grand que l'accord entre les déterminations, par des chimistes différents, des poids atomiques de la plupart des éléments les mieux connus. Le plus grand écart de la moyenne est ici 1,0 pour 100, tandis que, par exemple, le poids atomique de l'aluminium a été modifié ces dernières années d'environ 1,5 pour 100, celui de l'oxygène de 0,25 pour 100, celui du nickel de 1,0 pour 100 et celui du magnésium de 5 pour 100. Les variations se trouvent ici dans les limites des erreurs d'observation, lesquelles, pour ce

---

(¹) Ytterby est situé sur la côte occidentale de la Suède; Karlberg et Osterby dans la Suède centrale, Moss à l'est de Christiania (Norvège), Garta et Hitterö sur les côtes méridionales de la Norvège, Kangerdlnarsnk au Groënland.

qui concerne l'oxyde de gadolinium, sont dues à la difficulté d'éliminer totalement par la chaleur l'excès d'acide sulfurique sans qu'il se forme des traces d'un sel basique, et à celle de séparer complètement au moyen du sulfate de potasse les oxydes de cérium, etc., de l'oxyde de gadolinium.

» On est en conséquence parfaitement autorisé à admettre :

» *Que l'oxyde de gadolinium, quoiqu'il ne soit pas l'oxyde d'un corps simple, mais un mélange de trois oxydes isomorphes, même lorsqu'il provient de minéraux tout à fait différents et trouvés dans des localités très éloignées l'une de l'autre, possède un poids atomique constant.*

» Pourtant nous avons ici affaire à un mélange isomorphe et non à une véritable combinaison chimique. On est donc devant un fait tout nouveau dans la Chimie et la Minéralogie. Nous avons, il est vrai, des milliers d'exemples d'oxydes isomorphes se remplaçant réciproquement, comme par exemple l'oxyde de fer et d'aluminium ou l'oxyde de calcium, l'oxyde de magnésium, l'oxydule de fer et de manganèse. Mais c'est la première fois qu'on se trouve en présence du fait que trois substances isomorphes, de l'espèce que les chimistes sont encore forcés de regarder comme éléments, se rencontrent dans la nature non seulement toujours ensemble, mais toujours ensemble et dans les mêmes proportions. Il semblerait que les chimistes se trouvent ici devant un problème analogue à celui que l'origine des petites planètes offre aux astronomes. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Sur une fonction nouvelle des otocystes chez les Invertébrés*. Note de M. Yves Delage.

« Il existe chez un grand nombre d'Invertébrés, principalement chez les Mollusques et les Crustacés supérieurs, des organes connus sous le nom d'*otocystes* et formés essentiellement d'une vésicule membraneuse dont les parois sont riches en terminaisons nerveuses et dont la cavité est remplie d'un liquide tenant en suspension une ou plusieurs particules solides, les otolithes. On conçoit aisément que les vibrations du sol ou de l'eau ambiante puissent être transmises par le liquide de l'organe et par les particules solides qu'il contient aux terminaisons nerveuses de la paroi. Aussi les otocystes ont-elles toujours été considérées, et avec raison, comme fournissant des sensations auditives.

» Une longue série de recherches, poursuivies cet été au laboratoire de Roscoff, m'a amené à reconnaître que cette fonction auditive n'est pas la seule, ni peut-être même la plus importante.

» Le Poulpe, comme on sait, nage peu; mais lorsqu'il veut fuir, il est capable de se mouvoir avec une grande vitesse, grâce à un mode de locomotion très particulier. Il contracte brusquement son manteau, chasse l'eau par l'entonnoir et est projeté en arrière par un effet de recul semblable à celui que met en évidence le tourniquet hydraulique.

» Dans ce mouvement, un Poulpe intact suit toujours une trajectoire parfaitement rectiligne et sa face ventrale reste constamment tournée en bas. Si on l'aveugle en lui enlevant les cristallins, la nage est plus lente, plus hésitante, mais elle reste rectiligne et ne s'accompagne d'aucun mouvement de rotation.

» Si, respectant les yeux, on détruit les otocystes, l'animal ne peut plus conserver son orientation normale en se lançant en arrière. Il tourne, tantôt autour de son axe longitudinal, tantôt dans son plan de symétrie, jusqu'à amener souvent sa face ventrale en haut.

» Il parcourt ainsi d'assez longs espaces tantôt sur le dos, tantôt sur le côté, et ne retrouve son équilibre qu'en touchant le sol. Il peut cependant nager droit, à la condition d'aller très lentement. Mais si, en outre, on l'aveugle, il est complètement désorienté. Non seulement il tourne de la manière la plus variable en nageant, mais même en rampant il n'a plus conscience de sa situation et fait une ou deux culbutes avant de retrouver sa situation normale.

» Passons au second groupe, celui des Crustacés. Parmi eux, les Mysis, de l'ordre des Schizopodes, se prêtent très bien à l'expérience, parce qu'elles sont très actives et que les otocystes sont placées bien loin des centres nerveux céphaliques, dans la lamelle interne de la nageoire caudale. Les Mysis aveuglées nagent comme si elles n'avaient subi aucune mutilation. Celles à qui on a enlevé, outre les yeux, la lamelle *externe* de la nageoire caudale, ne sont pas davantage troublées dans leur locomotion. Mais si, au lieu de la lamelle *externe*, c'est l'*interne*, contenant l'otocyste, que l'on supprime, l'animal ne peut plus nager sans tourner autour de l'un ou de l'autre de ses axes. Il ne retrouve son équilibre normal qu'en restant immobile accroché à quelque plante.

» Chez tous les autres Crustacés, les otocystes ont une place bien différente : elles sont logées dans l'article basilaire des antennes internes.

» Si l'on sectionne ces antennes chez des Crevettes (*Palæmon*), qui sont

des Crustacés décapodes macroures, après leur avoir enlevé les yeux, aussitôt elles sont complètement désorientées. Elles ne peuvent plus se mouvoir ni en ligne droite ni en situation normale. Elles nagent, tantôt à reculons, tantôt sur le dos ou sur le côté, fréquemment se meuvent en cercle ou traversent les bacs en décrivant des hélices plus ou moins allongées. Même au repos, on les trouve parfois renversées sur le dos ou sur le côté.

» Celles qui ont subi une mutilation équivalente, mais non spécifique, c'est-à-dire l'ablation des yeux et des antennes externes, nagent avec hésitation, mais d'une manière tout à fait correcte.

» Les Gébies, plus voisines que les précédentes de nos Écrevisses de rivière, montrent les mêmes phénomènes plus nettement encore, s'il est possible. Que l'on enlève les yeux, que l'on supprime les antennes externes, on n'obtient aucun résultat. Mais si, même laissant à l'animal le secours de ces deux organes, on enlève les antennes internes et par conséquent les otocystes, aussitôt la translation se complique de rotation autour de divers axes et la natation régulière devient impossible.

» Les Polybius, qui sont des décapodes brachyures très semblables aux Crabes, mais bons nageurs, exécutent, aussitôt après l'avulsion des otocystes, une longue série de culbutes; puis ils se calment, mais ne peuvent plus désormais nager sans tourner dans un sens ou dans l'autre. Si, en outre, on les aveugle, ils sont absolument désorientés. Couchés sur le dos, ils ne se relèvent qu'avec difficulté et souvent après être retombés plusieurs fois. Ceux auxquels on a enlevé soit les antennes de la deuxième paire, soit ces mêmes antennes et les yeux, ne présentent aucune anomalie dans la natation et se relèvent instantanément lorsqu'on les a couchés sur le dos.

» Il me semble inutile de multiplier ces exemples.

» Dans toutes ces expériences, je me suis attaché à produire la lésion spécifique sans troubler la santé générale de l'animal. Même chez le Poulpe, où les organes sont très profondément placés dans l'épaisseur du cartilage cranien, je suis arrivé à enlever les otolithes en fatiguant si peu l'animal que, dès l'opération finie, il respire et nage avec activité et, au bout de quelques heures, se met à manger. Pour les Crevettes, mes opérées sont mortes toutes ensemble au bout de six semaines, par suite d'un empoisonnement accidentel de l'eau de leur bac; mais, jusqu'au dernier jour, elles sont restées en si bonne santé qu'elles mangeaient avidement, muaient et régénéraient des parties coupées de leur corps. Je n'ai d'ail-

leurs jamais tenu compte que des phénomènes observés chez les individus qui sont arrivés à guérir complètement.

» Ainsi me semble établi ce fait général que la présence des otocystes, jusqu'ici considérées comme ne jouant un rôle que dans l'audition, est nécessaire pour assurer une locomotion correcte.

» Il est impossible de ne pas remarquer une étroite ressemblance entre les phénomènes qui suivent l'ablation de ces organes et ceux que Flourens à obtenus, il y a plus d'un demi-siècle, en coupant les canaux demi-circulaires chez des pigeons et chez des lapins.

» Les faits que je viens d'exposer me semblent fortifier, au nom de la Physiologie comparée, l'assimilation établie entre les otocystes des Invertébrés et le labyrinthe des animaux supérieurs. »

ZOOLOGIE. — *Sur* Gymnodinium Polyphemus *P*. Note de M. **Pouchet**.

« La découverte d'un être nouveau n'a d'importance pour l'anatomiste qu'autant qu'elle apporte la notion de conditions de vie et d'organisation inconnues jusque-là. A ce point de vue, l'être monocellulaire, pour lequel nous avons proposé le nom de *Gymnodinium Polyphemus*, paraît digne de fixer l'attention : il possède, en effet, un œil d'une complication d'autant plus remarquable que tous les caractères du groupe auquel appartient *G. Polyphemus* semblaient jusqu'ici le classer parmi les êtres auxquels nous réservons le nom de Végétaux.

» Les *Gymnodinium* sont des Péridiniens dépourvus de test; ils sont marins. Comme tous les Péridiniens, ils se nourrissent à la manière des végétaux, par absorption endosmotique; ils sont souvent colorés par la diatomine, qui est essentiellement un pigment végétal, et quelquefois même, comme nous l'avons montré, par de la chlorophylle (*Protoperidinium viride* P.). Ils possèdent enfin, comme les spores d'algues, pour appareil de locomotion, deux flagella logés dans deux sillons, l'un longitudinal, l'autre transversal et plus ou moins oblique. Les *Gymnodinium*, de même que tous les Péridiniens, progressent une de leurs extrémités, que nous appellerons antérieure, toujours la même, en avant.

» Depuis trois ans, nous étudions les Péridiniens de la côte française, et nous avons déjà porté à la connaissance de l'Académie quelques-unes des particularités nouvelles pour la biologie que nous a offertes ce groupe sin-

gulier [1]. C'est le principal résultat de notre dernière campagne, que nous désirons aujourd'hui faire connaître.

» Déjà, les années précédentes, nous avions eu l'occasion, mais très rare et comme au passage, de voir dans nos pêches au filet fin pratiquées en rade de Concarneau, un *Gymnodinium* muni d'un véritable œil. Nous avions annoncé cette singulière découverte, mais comme observation isolée, non sans quelque défiance de nous-même. Cette année, *G. Polyphemus* s'est présenté à nous en nombre et sous deux formes, probablement deux espèces de taille inégale, offrant d'ailleurs l'une et l'autre même perfection de l'organe oculaire. Celui-ci occupe, dans la cellule unique qui compose tout l'être, une place constante, il a une orientation et une disposition uniformes. Il est constitué de deux parties, l'une un véritable cristallin, l'autre une véritable choroïde.

» Le cristallin est un corps en forme de massue, hyalin, très réfringent, quelquefois un peu incurvé, arrondi à son extrémité libre, laquelle est toujours tournée en avant, l'autre extrémité plongeant dans la masse pigmentaire qui représente la choroïde. Celle-ci est nettement limitée : elle figure une sorte de calotte hémisphérique, enveloppant l'extrémité postérieure du cristallin. Dans l'une des deux espèces que nous observons, le pigment choroïdien est rouge; dans l'autre espèce il est noir, tranchant sur la diatomine qui colore en général *G. Polyphemus*.

» Nous avons pu constater que, sur les individus jeunes, encore enkystés ou en cours de multiplication par scissiparité, le cristallin est formé d'abord de plusieurs (6 à 8) globes réfringents, qui se fondent les uns dans les autres pour finalement constituer une masse unique. De même la choroïde résulte du rapprochement de granulations pigmentaires, d'abord éparses, qui se groupent et finalement dessinent la calotte hémisphérique coiffant l'extrémité postérieure du cristallin.

» L'appareil que nous décrivons ne saurait évidemment être confondu avec les taches de pigment rouge où Ehrenberg avait cru reconnaître des yeux. On ne saurait davantage voir dans un organe d'une morphologie aussi compliquée et aussi constante un simple dépôt de matériaux de réserve ou d'excrétion. Nous sommes évidemment en présence d'un appareil spécial, né et développé dans le corps cellulaire en fin d'une fonction définie, comme naît et se développe le mécanisme compliqué d'un poil urticant dans la cellule défensive d'une Méduse.

---

(1) Voir *Comptes rendus*, 30 octobre 1882 et 26 mai 1884.

» Cet organe, d'autre part, ressemble de la manière la plus frappante, la plus absolue, aux yeux tels qu'on les connaît chez un certain nombre de Vers et de Turbellariés. Or on ne perdra pas de vue que nous n'avons, pour apprécier la qualité d'organe des sens chez un être inférieur, que les analogies anatomiques. Il nous faut toujours conclure de l'identité de structure et de situation à l'identité fonctionnelle. Dès lors il n'est pas douteux que nous soyions ici en présence d'un organe impressionnable par les radiations lumineuses, puisqu'il est fait exactement comme l'œil de certains animaux, où sa nature n'est pas en doute, puisqu'il est composé identiquement des mêmes parties, sauf l'élément nerveux. Celui-ci fait naturellement défaut dans un groupe où les fonctions motrices et sensitives, au lieu d'être réparties à des tissus variés, comme chez les animaux supérieurs, ont pour siège commun l'unique cellule constituant l'individu mobile et sensible. De même que *G. Polyphemus* gouverne ses mouvements, va, vient, repart au moyen d'appendices spéciaux, ses deux flagella, de même nous sommes en droit de dire qu'en lui la sensibilité actinique est localisée.

» Ce sont là des conditions dont l'Anatomie cellulaire devra désormais tenir compte. Au point de vue taxinomique, elles ne sont pas moins intéressantes. Les Péridiniens, par l'ensemble de leurs caractères, sont aujourd'hui généralement rapprochés des Végétaux, à côté des Diatomées et des Desmidiées. Et, d'autre part, voici que certains Péridiniens nous offrent un œil, c'est-à-dire un organe qu'on pouvait regarder jusqu'ici comme attribut exclusif des êtres vivants classés sous le nom d'Animaux.

» La seule présence d'un organe de sensibilité spéciale aussi différencié, chez des êtres aussi inférieurs, indépendamment des conséquences qu'on en pourra déduire, est déjà, par elle-même, un fait qui nous a paru digne d'être porté à la connaissance de l'Académie. Nous l'avions entrevu deux saisons de suite; nous avons pu, cette année, l'étudier longuement, dissiper tous les doutes. S'il a quelque intérêt, qu'il nous soit permis d'en faire remonter le mérite à M. le Ministre de la Marine, pour les moyens qu'il nous a donnés de poursuivre cette longue et patiente étude sur un des groupes d'êtres les moins connus de notre faune littorale française. »

M. Anatole Piltan donne lecture d'un Mémoire portant pour titre : « De l'influence de la respiration sur la voix humaine ».

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Cabanellas** rappelle que, dans une Communication faite au Congrès des Électriciens en 1881, il a posé et discuté le problème de l'association des machines dynamo-électriques en tension, suivant la méthode adoptée par M. Fontaine dans l'expérience qu'il a présentée à la séance de lundi dernier.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **P. Launette** transmet un complément au travail qu'il a adressé dans la dernière séance sur les causes des maladies de la vigne.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. *W. de Fonvielle* intitulée : « La mesure du mètre, dangers et aventures des savants qui l'ont déterminée » ;

2° Une Note de M. *Aristide Dumont* sur l'état actuel de la question des eaux de Lyon.

THERMOCHIMIE. — *Saturation de l'acide sélénieux par les bases, et dosage acidimétrique de cet acide.* Note de M. **Ch. Blarez**, présentée par M. Berthelot.

« 1° Le dosage de l'acide sélénieux peut se faire par les procédés acidimétriques. La façon dont ce corps se comporte vis-à-vis des réactifs alcalimétriques indicateurs présente une certaine analogie avec celle que nous avons indiquée pour l'acide sulfureux (*Comptes rendus*, t. CIII, p. 69); toutefois, il y a des différences notables.

» 2° L'acide sélénieux $Se^2O^6H^2 = 129$ est un acide bibasique.

» Vis-à-vis de la *cochenille* et de l'*hélianthine* (méthylorange), il se com-

porte comme un acide *monobasique;* c'est-à-dire que ces réactifs *virent* lorsque, pour une molécule d'acide $Se^2O^6H^2$, on a employé un équivalent de base, potasse, soude, ammoniaque, chaux, strontiane ou baryte.

» Vis-à-vis du *tournesol*, il se comporte également comme un acide monobasique lorsqu'on le sature par l'ammoniaque, la chaux, la strontiane et la baryte. Lorsqu'on le sature par la potasse ou la soude, le tournesol ne devient *bleu violet* que lorsque, pour une molécule d'acide, on a employé un peu plus de $1^{éq},5$ d'alcali.

» En présence du *phénolphtaléine*, les bases, potasse, soude, ammoniaque, chaux et strontiane ne produisent qu'un virage peu accentué, qui commence lorsque, pour une molécule d'acide, on a employé un peu plus de $1^{éq},5$ de base. En présence du même indicateur (phénolphtaléine), la *baryte* au contraire n'accuse la neutralisation de la liqueur que lorsque, pour une molécule d'acide, on a employé deux équivalents de base. Cela indique bien la *bibasicité* de l'acide sélénieux.

» 3° Les réactions obtenues par la *baryte* sont nettes et précises et peuvent servir au dosage acidimétrique de l'acide sélénieux.

» Nous avons fait les expériences desquelles nous avons déduit ce qui précède avec une solution d'acide sélénieux pur cristallisé, dissous à raison de 5^{gr} par litre. Nous avons vérifié la richesse de cette solution par deux dosages de sélénium, faits l'un sur 20^{cc} de liqueur, l'autre sur 50^{cc}; par précipitation du sélénium au moyen d'un courant d'acide sulfureux après addition d'acide chlorhydrique. Ce dosage est délicat, la précipitation est lente à se produire et il faut sécher le sélénium dans un filtre taré à une température inférieure à 100°.

» Voici les résultats obtenus :

					Acide pour 100.
a. 20^{cc}	de liqueur donnent	$0^{gr},061$	de Se qui	$\times 1,632 = 0^{gr},09955$, soit....	$4^{gr},9775$
b. 50^{cc}	»	$0^{gr},154$	»	$\times 1,632 = 0^{gr},25132$ »	$5^{gr},0265$

» Le dosage acidimétrique fait sur 50^{cc} avec une solution décinormale de baryte a donné :

					Acide pour 100.
c. 50^{cc} avec hélianthine	absorbent	$19^{cc},50$	de baryte,	ce qui correspond à	$5^{gr},0310$
d. 50^{cc} avec phénolphtaléine	»	$38^{cc},75$	»	»	$4^{gr},9987$

chaque centimètre cube de solution décinormale de baryte valant $0^{gr},00645$ de $Se^2O^6H^2$ lorsqu'on opère en présence de phénolphtaléine ou bien $0^{gr},0129$ lorsqu'on fait usage d'hélianthine.

» On peut faire ces deux déterminations acidimétriques dans le même vase à saturation, on ajoute à la liqueur acide une goutte d'hélianthine et une goutte de phénolphtaléine. La liqueur devient rose. Lorsque la saturation de la moitié de la molécule est obtenue, la liqueur perd complètement toute trace de *rose* et devient *jaune*. Le jaune persiste et fait place à une nouvelle coloration *rose*, due cette fois au virage de la phtaléine, lorsque la molécule est entièrement saturée. Lorsque l'acide sélénieux est pur, la quantité d'alcali employée pour le premier virage est rigoureusement égale à la moitié de celle qu'il faut pour atteindre le deuxième virage.

» 4. Si l'on ajoute un excès de baryte à de l'acide sélénieux, le surplus ne se combine pas. Il ne forme pas de sélénite de baryte basique. On peut doser alcalimétriquement au moyen d'un acide titré l'excès ajouté en s'aidant de phénolphtaléine. On peut opérer soit directement dans la liqueur dans laquelle nage le précipité, soit après filtration et lavage du précipité; les résultats sont les mêmes. L'acide sélénieux peut donc ainsi se doser acidimétriquement par la méthode *par reste*.

» 5. On peut, comme pour l'acide sulfureux, au moyen de la baryte et des réactifs, hélianthine et phénolphtaléine, doser l'acide sélénieux en présence d'autres acides, à la condition que la basicité absolue de ces derniers soit décelable par l'hélianthine. Chaque centimètre cube de baryte décinormale employée pour passer d'un virage à l'autre, multiplié par $0^{gr},0129$, donne le poids de l'acide sélénieux existant dans la liqueur.

» Cette méthode de dosage trouve une application immédiate dans l'étude des combinaisons que l'acide sélénieux forme avec les autres acides, notamment les hydracides. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de neutralisation des acides monobasiques homologues ou isomères*. Note de MM. **H. Gal** et **E. Werner**, présentée par M. Cahours.

« La chaleur de neutralisation a été déterminée pour un certain nombre d'acides gras; c'est ainsi que l'on a trouvé

	Chaleur de neutralisation.	
Acide formique	13,3	Berthelot.
» acétique	12,4	
» butyrique	14,3	Louguinine.
» valérique de la valériane	14,4	
» » de l'alcool amylique	14,7	

» En 1875, dans une Note communiquée à l'Académie, M. Louguinine (1) concluait du rapprochement de ces nombres que la chaleur de neutralisation de ces acides augmentait avec leur poids moléculaire.

» Nous avons déterminé cette chaleur pour de nouveaux acides, ainsi que leur chaleur de dissolution, et voici les résultats auxquels nous sommes parvenus :

» 1° *Acide isobutyrique* (liquide) : $C^4H^8O^2$ (88^{gr}).

Chaleur de dissolution.

Directement $4^{gr},448$ dans 400^{cc} d'eau	Cal + 0,973 (vers 10°)
Indirectement	+ 1,012 (vers 11°)

Chaleur de neutralisation.

$C^4H^8O^2(8^{lit}) + \frac{Na^2O}{2}(2^{lit})$	+13,989 (vers 11°) (2)
$C^4H^8O^2$ liquide $+ \frac{Na^2O}{2}$ diss.	+15,001 (vers 11°)

» 2° *Acide isopropylacétique* (liquide) : $C^5H^{10}O^2$ (102^{gr}).

Chaleur de dissolution.

Directement $5^{gr},842$ dans 400^{cc} d'eau	Cal + 1,167 (11°)
Indirectement	+ 1,030 (10°)

Chaleur de neutralisation.

$C^5H^{10}O^2(8^{lit}) + \frac{Na^2O}{2}(2^{lit})$	+14,434 (10°)
$C^5H^{10}O^2$ liquide $+ \frac{Na^2O}{2}$ diss.	+15,464 (10°)

» 3° *Acide triméthylacétique* (acide pivalique).

$C^5H^{10}O^2(5^{lit},5) + \frac{Na^2O}{2}(2^{lit})$	+ $13^{Cal},674$ (vers 21°) (3)

» 4° *Acide caproïque* (normal) : $C^6H^{12}O^2$ (116^{gr}).

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXX, p. 568.

(2) M. Louguinine a trouvé pour la chaleur de combinaison de ce corps avec la potasse $14^{Cal},3$.

(3) M. Louguinine a trouvé $13^{Cal},8$ avec la potasse (*loco citato*).

Chaleur de neutralisation.

$C^6H^{12}O^2$ liquide + $\frac{Na^2O}{2}$ (5^{lit}) .... + $14^{Cal},689$ (vers 11°)

» 5° *Acide isobutylacétique* (liquide) : $C^6H^{12}O^2$ (116^{gr}).

Chaleur de neutralisation.

$C^6H^{12}O^2$ liquide + $\frac{Na^2O}{2}$ (5^{lit}) .... + $14^{Cal},511$ (11°)

» Nous pouvons alors dresser le Tableau suivant :

			Chaleur de neutralisation.
A.	Acide formique	$CH^2O^2 = H, CO^2H$	13,3
B.	Acide acétique	$C^2H^4O^2 = CH^3CO^2H$	13,4
C.	Acide propionique	$C^3H^6O^2 = CH^3CH^2CO^2H$	14,3
D.	1° Acide butyrique normal	$C^4H^8O^2 = CH^3CH^2CH^2CO^2H$	14,4
	2° Acide isobutyrique	$C^4H^8O^2 = \frac{CH^3}{CH^3} \rangle CHCO^2H$	13,9
E.	1° Acide valérique normal	$C^5H^{10}O^2 = CH^3CH^2CH^2CH^2CO^2H$	14,4
	2° Acide isopropylacétique	$C^5H^{10}O^2 = \frac{CH^3}{CH^3} \rangle CHCH^2CO^2H$	14,4
	3° Acide triméthylacétique	$C^5H^{10}O^2 = (CH^3)^3CCO^2H$	13,674
F.	1° Acide caproïque normal	$C^6H^{12}O^2 = CH^3CH^2CH^2CH^2CH^2CO^2H$ ..	14,689
	2° Acide isobutylacétique	$C^6H^{12}O^2 = \frac{CH^3}{CH^3} \rangle CHCH^2CO^2H$	14,5

» En mettant à part l'acide isobutyrique et triméthylacétique, on voit que la chaleur de neutralisation de tous les autres à partir de l'acide propionique a une valeur à peu près constante qui varie entre $14^{Cal},3$ et $14^{Cal},6$. Il est à remarquer que tous ces acides sont des acides primaires, tandis que l'acide isobutyrique est un acide secondaire, et l'acide triméthylacétique un acide tertiaire. La chaleur de neutralisation du premier étant $13^{Cal},9$, celle du deuxième $13^{Cal},6$, on est porté à conclure que la chaleur de neutralisation des acides secondaires et tertiaires est inférieure à celle des acides primaires isomères. Il y a même une petite différence entre la chaleur de neutralisation de l'acide secondaire et celle de l'acide tertiaire.

» Nous avons encore déterminé la chaleur de neutralisation de l'acide sorbique $C^6H^8O^2 = 112$:

$C^6H^8O^2$ (83^{lit}) + $\frac{Na^2O}{2}$ (2^{lit}) .... + $12^{Cal},945$ (vers 21°)

» Ce nombre $12^{Cal},945$ est plus faible encore que pour l'acide triméthylacétique; or l'acide sorbique est considéré comme un acide tertiaire $C^4H^7 \equiv C - CO^2H$ (Menschutkine). Cette manière de voir est donc corroborée par la valeur de la chaleur de neutralisation de cet acide. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de la pentaméthylènediamine, de la tétraméthylènediamine, de la pipéridine et de la pyrrolidine.* Note de M. **A. Ladenburg**, présentée par M. Friedel.

« Les bons résultats que m'a donnés la méthode de réduction dont j'ai parlé dans mes précédentes Notes m'ont suggéré l'idée de tenter la résolution d'un problème qui m'occupe depuis longtemps.

» En comparant les amides dérivées des alcools et des acides, on trouve une analogie assez complète. Pourtant ce parallélisme fait ressortir des lacunes qu'il me semblait possible et important de combler. En regardant le tableau suivant, on me comprendra :

$C^2H^3OAzH^2$, Acétamide.	$C^2H^5AzH^2$, Éthylamine.
$(C^2H^3O)^2AzH$, Diacétamide.	$(C^2H^5)^2AzH$, Diéthylamine.
$(C^2H^3O)^3Az$, Triacétamide.	$(C^2H^5)^3Az$, Triéthylamine.
$(C^4H^4O^2)(AzH^2)^2$, Succinamide.	$(C^2H^4)(AzH^2)^2$, Éthylènediamine.
$C^4H^4O^2AzH$, Succinimide.	C^2H^4AzH, ?

» Il est vrai que les corps correspondant aux imides, les *imines*, ne sont pas entièrement inconnus; au contraire, il y a des substances d'un intérêt particulier qui paraissent appartenir à cette catégorie. Je ne nommerai ici que la pipéridine et ses homologues, dont j'ai parlé dans ma dernière Note. Mais ces corps n'ont pas encore reçu leur place dans le système et l'on ne connaît pas de réaction qui permette de les rapprocher des diamines.

» Je me suis donc proposé la tâche de constituer une diamine qui, par la perte d'ammoniaque, engendrât la pipéridine.

» On ne sait pas grand'chose de la constitution de cette dernière, pourtant on suppose qu'elle possède une chaîne d'atomes de carbone normale,

et cela est d'accord avec ses rapports intimes avec la pyridine, dont j'ai parlé dans ma dernière Note.

» Il s'agissait donc de préparer la pentaméthylènediamine. Parmi les voies qui s'offrent pour cela, j'en choisis une qui me paraissait présenter certaines chances, la réduction du dicyanure de triméthylène. On sait, depuis les beaux travaux de M. Mendius, que les nitriles proprement dits, tels que le cyanure de méthyle, se combinent à 4^{at} d'hydrogène si on les traite par le zinc et l'acide sulfurique dilué. Mais cette même réaction ne donne aucun résultat dans la série des dicyanures, malgré les assertions de Fairley. Même en variant cette méthode et en opérant avec de grandes quantités de substance, je n'ai obtenu que des traces de bases.

» J'ai donc essayé la méthode de réduction indiquée dernièrement, c'est-à-dire que j'ai traité le dicyanure de triméthylène en solution alcoolique et chaude par le sodium.

» Le résultat a surpassé mon attente. On obtient un rendement de 80 pour 100 d'une base $C^5H^{14}Az^2$, qui ne peut être autre chose que la pentaméthylènediamine : $AzH^2-CH^2-CH^2-CH^2-CH^2-CH^2-AzH^2$.

» Le point d'ébullition de cette base est situé à 178°-179° ; elle se prend en cristaux à basse température, mais fond déjà près de 0° en un liquide incolore, dont la densité à 0° a été trouvée 0,9714. Son odeur rappelle celle de la pipéridine et du sperme. Il fume à l'air et se combine à l'eau et à l'acide carbonique de l'atmosphère. Il se dissout facilement dans l'eau et dans l'alcool, mais très peu dans l'éther. La base est fortement alcaline et donne des sels très bien caractérisés.

» Le chlorhydrate est très soluble dans l'eau et peu soluble dans l'alcool froid. On peut se servir de cette propriété pour obtenir la base à l'état de pureté. On fait cristalliser le chlorhydrate brut qui contient du chlorhydrate de pipéridine (*voir plus bas*), dans l'alcool chaud, ou on le lave à l'alcool froid. Le sel pur cristallise en prismes. Le chloroplatinate est assez peu soluble dans l'eau et cristallise de l'eau chaude en grands prismes orangés qui correspondent à la formule $C^5H^{14}Az^2, 2HCl, PtCl^4$. Le chloraurate est très soluble; le chloromercurate est précipité d'une solution concentrée de chlorhydrate par le sublimé corrosif. Il se dissout facilement dans l'eau chaude et est même assez soluble dans l'eau froide. Sa composition correspond à la formule $C^5H^{14}Az^2, 2HCl, 3HgCl^2$. Le picrate et le periodure cristallisent aussi; le premier est très soluble, le second est presque insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'eau chaude.

» Cette base est identique avec une ptomaïne, découverte récemment

par M. Brieger, qui lui a donné le nom de *cadavérine*. Elle se forme dans la putréfaction de la viande des mammifères et des poissons. M. Brieger, qui m'a envoyé quelques grammes de sa base, m'a mis en état de la comparer à la pentaméthylènediamine et de constater l'identité de ces deux bases.

» La transformation de la pentaméthylènediamine en pipéridine et ammoniaque m'a donné beaucoup de peine. Cependant elle se réalise très bien en distillant le chlorhydrate sec qui se décompose d'après l'équation

$$C^5H^{14}Az^2, 2HCl = C^5H^{11}Az, HCl + AzH^4Cl.$$

» Le chlorhydrate employé était complètement pur. 18^{gr} de ce sel ont été soumis à une distillation rapide, et le produit distillé purifié par la transformation en nitrosamine, dont le point d'ébullition a été trouvé à 214°-216°. Cette nitrosamine fut retransformée en base par l'action de l'acide chlorhydrique gazeux et par la distillation du chlorhydrate obtenu avec la potasse. Non seulement cette base se trouvait avoir les mêmes propriétés que la pipéridine, mais aussi le chlorhydrate, le chloroplatinate et le chloraurate présentaient tous les caractères des sels pipéridiques correspondants, de sorte qu'il n'y a pas le moindre doute sur l'identité des deux bases.

» La synthèse complète de la pipéridine est donc réalisée et sa constitution définitivement établie. C'est la *pentaméthylèneimine* $(CH^2)^5AzH$.

» Je dois ajouter encore que, déjà par la réduction du cyanure de triméthylène, il se forme une petite quantité de pipéridine, évidemment par la décomposition de la pentaméthylènediamine. J'ai pu isoler cette base et prouver son identité avec la base du poivre.

» Il était évident qu'il devait être possible de réaliser les mêmes réactions dans d'autres séries. Je ne décrirai ici qu'un seul cas analogue, mais j'en ai fait réaliser plusieurs dans mon laboratoire.

» La réduction du cyanure d'éthylène ne marche pas aussi bien que celle du triméthylène. On obtient beaucoup plus d'ammoniaque et moins de bases organiques. Pourtant il n'est pas difficile d'obtenir celles-là en opérant en assez grande quantité et en suivant les méthodes indiquées plus haut.

» La tétraméthylènediamine $C^4H^{12}Az^2$ est un liquide incolore, bouillant à 159°, cristallisant à basse température et fondant à 25°. Son odeur ressemble à celle de la pentaméthylènediamine, avec laquelle elle montre beaucoup d'analogies.

» A côté de ce produit principal on obtient toujours dans la réduction une base beaucoup plus volatile, dont le chlorhydrate est beaucoup plus soluble dans l'alcool. C'est la pyrrolidine, découverte récemment par MM. Ciamician et Magnaghi en réduisant le pyrrol par l'acide iodhydrique. Le chlorhydrate de cette base se forme par la distillation sèche du chlorhydrate de tétraméthylènediamine

$$C^4H^8Az^2H^4, 2HCl = C^4H^8AzH, HCl + AzH^4Cl.$$

» La pyrrolidine formée est plus difficile à obtenir à l'état de pureté que la pipéridine, puisque sa nitrosamine est soluble dans l'eau et ne se forme qu'en petite quantité. Je me suis donc servi de la solubilité du chlorhydrate dans l'alcool absolu et froid pour sa séparation du chlorhydrate de tétraméthylènediamine et d'ammoniaque.

» D'après le mode de formation indiqué ici, la pyrrolidine est la tétraméthylèneimine $(CH^2)^4AzH$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur deux nouveaux dérivés chlorés du méthylbenzoyle.* Note de M. **Henri Gautier**, présentée par M. Friedel.

« Dans un travail précédent, j'ai montré qu'en faisant réagir le chlore sur le méthylbenzoyle maintenu à sa température d'ébullition, on ne pouvait isoler à l'état de pureté que le dérivé monosubstitué $C^6H^5-CO-CH^2Cl$ et que les dérivés bi et tri-chlorés, qui prenaient naissance simultanément, ne pouvaient être séparés à cause du peu de différence que présentent leurs points d'ébullition.

» J'ai pensé que ces deux derniers produits pourraient peut-être s'obtenir indirectement par l'action de la benzine sur les chlorures de di et de tri-chloracétyle en présence du chlorure d'aluminium. Déjà MM. Friedel et Crafts avaient obtenu le méthylbenzoyle chloré de Graebe au moyen de la benzine et du chlorure de monochloracétyle, sans observer simultanément la formation de composé dans lequel le chlore du groupement CH^2Cl eût été remplacé par du phényle. Il était intéressant de rechercher s'il en serait encore de même avec des produits plus chlorés, renfermant un groupe $CHCl^2$ ou même CCl^3.

» *Méthylbenzoyle trichloré.* — Les proportions employées ont été : 60^{gr} de chlorure de trichloracétyle et 100^{gr} de benzine ; cette dernière se trouve ainsi en grand excès. La réaction commence à la température d'ébullition

de la benzine et se continue par addition de petites portions de chlorure d'aluminium.

» Après traitement ordinaire par l'eau, le liquide décanté et séché est soumis à la distillation; la benzine en excès passe d'abord et, lorsqu'elle a été complètement chassée, on continue la distillation sous pression réduite et l'on recueille à part ce qui passe entre 135° et 155° sous une pression de 25^{mm} de mercure. Il ne reste plus alors dans le ballon qu'une petite quantité d'un goudron épais dont on ne peut rien retirer.

» Le produit 135°-155° soumis au fractionnement donne, après deux distillations, de 20^{gr} à 25^{gr} d'un liquide bouillant à 145° sous la même pression de 25^{mm} de mercure. Ce liquide possède la composition d'un méthylbenzoyle trichloré, car les analyses ont donné : pour le chlore, 47,62; pour le carbone, 42,90 et 42,84; pour l'hydrogène, 2,45 et 2,41; la théorie exigeant pour ces trois corps respectivement 47,65; 42,95; 2,24.

» Ce méthylbenzoyle trichloré est un liquide incolore, d'une odeur poivrée et d'une saveur excessivement brûlante. La densité à 16° est égale à 1,427. Il bout à 249° sous la pression atmosphérique en se décomposant légèrement, et sans décomposition à 145° sous la pression de 25^{mm} de mercure. Il ne se solidifie pas à — 21°.

» L'oxydation de ce produit au moyen du permanganate de potassium en solution alcaline est difficile à effectuer. Elle nécessite une ébullition de vingt-quatre heures environ et fournit de l'acide benzoïque fusible à 121°.

» J'ai cherché à transformer ce méthylbenzoyle trichloré en acide benzoylformique au moyen de l'eau bouillante, par le procédé qui nous avait permis, à M. Colson et à moi, de préparer l'acide orthophénylène-glyoxylique au moyen du pentachlorure d'orthoxylène; mais, après dix heures d'ébullition, l'eau ne renfermait qu'une quantité très faible d'acide chlorhydrique, et en prolongeant l'action pendant quarante heures je n'ai obtenu que de l'acide benzoïque. Peut-être l'acide benzoylformique s'est-il formé et a-t-il ensuite été détruit par une ébullition prolongée avec une eau légèrement acide.

» J'ai essayé la potasse alcoolique qui, seule, permet de transformer le chloroforme en acide formique, mais même avec une solution très étendue je n'ai eu que de l'acide benzoïque.

» *Méthylbenzoyle bichloré*. — En opérant absolument de la même manière que dans la préparation du méthylbenzoyle trichloré, on obtient, avec 50^{gr} de chlorure de dichloracétyle et 100^{gr} de benzine, une vingtaine

de grammes d'un liquide passant à 143° sous une pression de 25^{mm} de mercure. Les dosages de chlore de ce produit indiquent qu'il renferme un peu de dérivé monochloré, dont on le débarrasse en le traitant pendant deux heures par vingt-cinq ou trente fois son poids d'eau bouillante.

» On obtient ainsi un liquide qui a donné à l'analyse : pour le chlore, 37,51 et 37,55; pour le carbone, 50,48 et 50,56; pour l'hydrogène, 3,30 et 3,48; la théorie exigeant pour un dérivé bichloré : $Cl = 37,56$; $C = 50,79$; $H = 3,17$.

» Le méthylbenzoyle bichloré est un liquide incolore, d'une odeur et d'une saveur analogues à celles du dérivé trichloré, et de densité 1,338 à 15°. Il bout à 143° sous une pression de 25^{mm} de mercure et à 247°-248° sous la pression atmosphérique avec décomposition.

» Son oxydation est aussi difficile à réaliser que celle du produit trichloré; elle donne de l'acide benzoïque.

» L'eau bouillante ne l'attaque pas sensiblement. Une solution alcoolique d'acétate de potassium lui enlève complètement son chlore au bout de trente heures, avec formation de chlorure de potassium, et il reste, après évaporation de l'alcool, un liquide que je n'ai pas encore étudié.

» Dans la préparation de ces deux composés, je n'ai pas observé la formation de produit dans lequel tout ou partie du chlore fût remplacé par du phényle.

» En résumé, l'étude de ces deux composés montre combien est grande la stabilité du chlore qu'ils renferment au voisinage du carbonyle, puisque, sous l'influence des réactifs peu énergiques qui attaquent facilement le chlore des carbures aromatiques chlorés dans les chaînes, ils restent inattaqués ou ne sont attaqués que lentement. Quant aux réactifs énergiques, leur action se porte sur le groupement acétonique et l'on retombe sur un dérivé monosubstitué plus simple de la benzine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle réaction du chlorure d'aluminium, synthèses dans la série grasse.* Note de M. **Alph. Combes**, présentée par M. Friedel.

« Le chlorure d'aluminium qui a servi à effectuer un si grand nombre de synthèses dans la série aromatique n'avait jusqu'à présent pu être appliqué régulièrement à la production des corps de la série grasse. En étudiant l'action de ce composé sur une classe de corps renfermant de

l'oxygène et du chlore, les chlorures acides et les aldéhydes chlorées, j'ai trouvé une réaction qui m'a permis de faire quelques synthèses et en fournira sans doute un nombre assez considérable d'autres. Je m'occuperai d'abord de l'action du chlorure d'acétyle à cause de la simplicité des résultats. Quand on ajoute du chlorure d'aluminium à du chlorure d'acétyle maintenu à une température de 45° à 50°, on observe un vif dégagement d'acide chlorhydrique et la production d'un corps solide blanc; si l'on a eu soin de diluer le chlorure d'acétyle dans un liquide inerte, le sulfure de carbone ou le chloroforme par exemple, on obtient un composé solide à structure cristalline qu'on sépare facilement du liquide en excès.

» Ce corps répond à la formule $C^{12}H^{14}O^6Al^2Cl^8$. La réaction se passe entre 1^{mol} de chlorure d'aluminium et 6^{mol} de chlorure d'acétyle, avec élimination de 4^{mol} d'acide chlorhydrique.

» L'analyse m'a donné les chiffres suivants :

	Trouvé.	Calculé pour $C^{12}H^{14}O^6Al^2Cl^8$.
C	24,11	24,28
H	2,05	2,37
Cl	48,35	47,89
Al	10,40	9,27

» Les chiffres du chlore et de l'aluminium sont un peu trop forts, ce qui tient à ce que le chlorure d'aluminium employé renferme toujours un peu d'alumine, et de plus qu'on en avait employé un léger excès.

» Le composé aluminique ainsi préparé se conserve indéfiniment dans l'air sec, mais l'eau le décompose immédiatement. Le produit de sa décomposition par l'eau est très intéressant. Il n'est pas indifférent de provoquer la destruction du composé organométallique d'une manière quelconque; si l'on ajoute de l'eau avec précaution, ou qu'on projette par petites portions le corps solide dans un excès d'eau, tout se dissout, et l'on obtient une solution aqueuse très peu colorée; épuisée par l'éther, ou mieux par le chloroforme, cette solution abandonne un liquide qui bout à 136°-137° sous la pression de 750^{mm}. Il est incolore, plus léger que l'eau dans laquelle il est facilement soluble et se conserve sans altération.

» Sa formule est $C^5H^8O^2$.

» L'analyse donne en effet les nombres suivants :

	Trouvé.	Calculé pour $C^5H^8O^2$.
C	59,76	60,00
H	8,14	8,00

» Sa densité de vapeur, prise par la méthode Meyer dans la vapeur de diéthylaniline, est 3,39; la valeur calculée pour $C^5H^8O^2$ est 3,49. La production d'un corps renfermant 5^{at} de carbone seulement laissait prévoir qu'il avait dû y avoir dégagement d'acide carbonique dans une des phases de la réaction: c'est pendant la décomposition par l'eau du composé

$$C^{12}H^{14}O^6Al^2Cl^8.$$

Afin de vérifier ce fait, la décomposition par l'eau a été effectuée dans un appareil complètement clos, et les gaz qui se dégageaient ont passé dans des flacons laveurs contenant une solution ammoniacale de chlorure de baryum.

» Le précipité abondant de carbonate de baryte qui s'est déposé a été recueilli et pesé; il correspond exactement au dégagement de 2^{mol} d'acide carbonique pour 1^{mol} du composé solide. La théorie de la réaction est alors facile à établir : le chlorure d'acétyle est lié par l'oxygène à l'aluminium, et l'élimination d'acide chlorhydrique se fait entre les molécules de chlorure d'acétyle qui se soudent entre elles trois à trois, de sorte que la constitution du composé aluminique peut s'exprimer par le schéma suivant :

$$6(C^2H^3OCl) + Al^2Cl^6$$
$$= 4HCl + CH^3-CO-CH^2-CO-CH^2-\underset{Cl}{\overset{Cl}{C}}O-Al^2Cl^4-O-\underset{Cl}{\overset{Cl}{C}}-CH^2-CO-CH^2-CO-CH^3$$

la décomposition par l'eau de ce composé devrait fournir de l'alumine et l'acide $CH^3-CO-CH^2-CO-CH^2-COOH$, qui perd de l'anhydride carbonique pour fournir l'acétylacétone. Les propriétés de ce corps sont celles d'une diacétone; il se combine avec dégagement de chaleur au bisulfite de sodium très concentré; le chlorure d'acétyle et le chlorure phosphoreux sont sans action sur lui.

» L'acétylacétone se coupe facilement pour fournir de l'acétone et de l'acide acétique; la potasse et la soude provoquent immédiatement ce dédoublement

$$CH^3-CO-CH^2-CO-CH^3 + KOH = CH^3-CO-CH^3 + CH^3-COOK;$$

aussi quand on cherche à l'hydrogéner par l'amalgame de sodium, n'obtient-on que de l'alcool isopropylique, de la pinacone et de l'acétate de soude.

» L'hydrogénation en solution acide, et très lente, paraît devoir fournir l'isoglycol amylique symétrique

$$CH^3-CHOH-CH^2-CHOH-CH^3.$$

» Le brome réagit énergiquement sur l'acétylacétone; mais, si l'on prolonge son action, on n'obtient que du bromure d'acétyle et des acétones tétra et pentabromées.

» Le perchlorure de phosphore enlève les deux oxygènes de la molécule, mais le tétrachlorure qui se produit perd immédiatement $2HCl$ pour donner des chlorures de la formule $C^5H^6Cl^2$ dérivant d'un valérylène encore inconnu.

» Il était intéressant de savoir si, ne pouvant isoler l'acide diacétonique $C^6H^8O^3$, puisqu'il perd de l'acide carbonique pour donner l'acétylacétone, on ne pourrait pas isoler des éthers de cet acide. Pour cela, au lieu de décomposer le composé solide par l'eau, je l'ai traité par l'alcool absolu, qui réagit très facilement et ne donne lieu à aucun dégagement gazeux.

» Je compte pouvoir prochainement décrire les composés que l'on obtient ainsi avec les différents alcools.

» Je n'ai parlé jusqu'à présent que de la réaction sur le chlorure d'acétyle; le procédé que je viens d'indiquer est plus général. Je me suis assuré qu'il réussit avec les chlorures de butyrile et de propionyle, ainsi qu'avec le chloral; l'étude de ces nombreux composés m'occupe actuellement. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *L'hématoscopie, méthode nouvelle d'analyse du sang, basée sur l'emploi du spectroscope.* Note de M. **Hénocque**, présentée par M. Brown-Séquard [1].

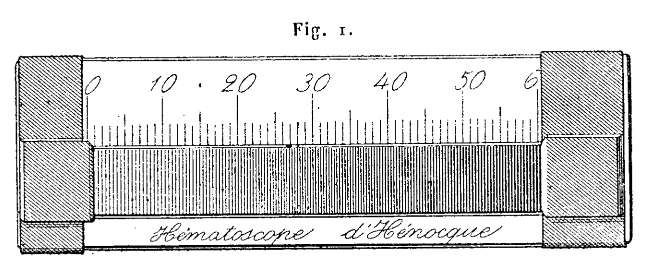
« Cette méthode comprend deux modes d'observation : 1° la détermination de la quantité d'oxyhémoglobine ou matière colorante active du sang au moyen d'instruments appelés *hématoscopes* et *hématospectroscopes;* 2° l'évaluation de la durée de la réduction de l'oxyhémoglobine par l'examen spectroscopique à travers l'ongle du pouce. Le rapport entre ces deux données sert de mesure à l'activité de la réduction de l'oxyhémo-

[1] Les travaux qui servent de base à cette méthode ont été faits au Laboratoire de Médecine des Hautes Études, au Collège de France.

globine, c'est-à-dire à l'énergie de la consommation de l'oxygène du sang par les tissus.

» I. *Dosage de la quantité d'oxyhémoglobine.* — Il s'opère au moyen de l'hématoscope (voir *fig.* 1). Cet appareil est composé de deux lames de verre superposées, de façon que, maintenues en contact à l'une de leurs extrémités, elles s'écartent, à l'autre extrémité, d'une distance de 30 millièmes de millimètre, limitant ainsi un espace prismatique presque capillaire. Quelques gouttes de sang non dilué, tel qu'on l'extrait d'une piqûre, déposées entre les deux lames, y forment une couche d'une épaisseur et d'une coloration graduellement progressives du sommet à la base.

Fig. 1.



Hématoscope vu de face, grandeur naturelle.

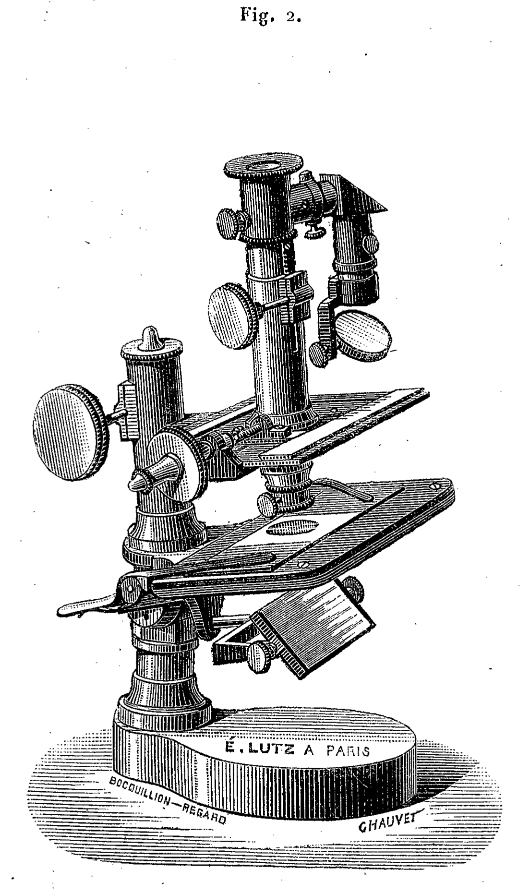
Une échelle millimétrique, gravée sur le verre, permet de mesurer l'épaisseur de la couche observée. Pour doser l'oxyhémoglobine, on examine, avec le spectroscope à vision directe, l'hématoscope chargé de sang, et l'on note le degré de l'échelle qui permet de voir, également obscures, les deux bandes caractéristiques de l'oxyhémoglobine. Par exemple, du sang contenant 14 pour 100 d'oxyhémoglobine examiné à la lumière du jour, sous une épaisseur de 70 millièmes de millimètre, présentera ces bandes toutes deux également noires. Elles ont aussi une étendue égale dans le spectre, et, si on les mesure en longueurs d'onde, elles occupent les espaces de 530 à 550 et de 570 à 590 millionimètres ou λ. Un tableau de concordance indique la quantité pour 100 d'oxyhémoglobine, suivant le degré de l'échelle auquel on perçoit ce phénomène.

» II. *Durée de la réduction de l'oxyhémoglobine.* — On la détermine par l'examen spectroscopique du sang à travers l'ongle du pouce. En effet, avec le spectroscope à vision directe, on voit à travers cet ongle la première bande caractéristique de l'oxyhémoglobine et quelquefois la seconde. Si l'on fait une ligature autour de la phalange, les bandes disparaissent; peu à peu on voit d'abord réapparaître le jaune au niveau de la raie D qui était cachée (ce que j'appelle *moment du virage*) ; puis les

bandes disparaissent complètement. J'appelle durée de la réduction le temps qui s'écoule à partir de l'application de la ligature jusqu'à la disparition complète des bandes caractéristiques de l'oxyhémoglobine.

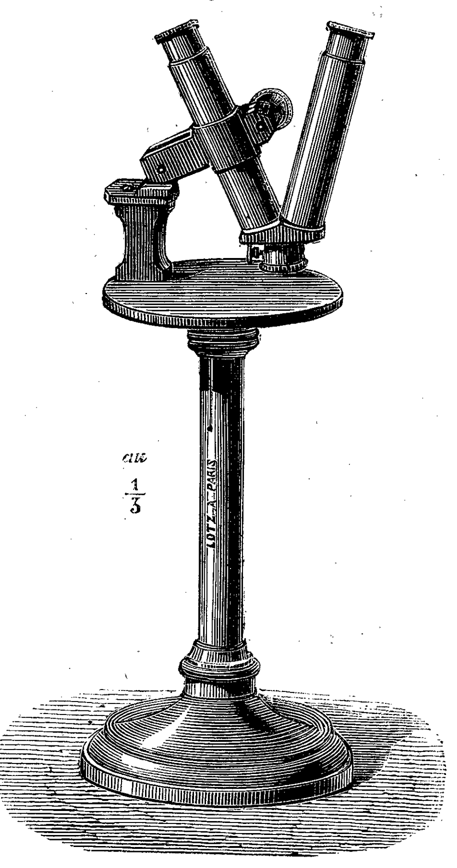
» La ligature isole dans le pouce une certaine quantité de sang oxygéné qui, pendant quelque temps, montre les bandes de l'oxyhémoglobine;

Fig. 2.



Hématospectroscope (modèle n° 2).

Fig. 3.



Hématospectroscope double à fente unique.

celle-ci abandonne son oxygène aux tissus, elle est réduite et ne présente plus de bande d'absorption assez intense pour être perçue à travers l'ongle.

» La durée de la réduction varie entre vingt-cinq et quatre-vingt-dix secondes, la moyenne est de soixante secondes dans l'état de santé et de repos; elle est en rapport avec la quantité d'oxyhémoglobine et avec la rapidité des échanges entre le sang et les tissus [1].

---

(1) Pour faciliter l'étude du sang dans l'hématoscope, j'ai fait construire par

» III. *Mesure de l'activité de la réduction.* — J'ai déterminé l'unité d'activité de la réduction, de la manière suivante. L'expérience m'ayant montré que, chez l'homme vigoureux et sain, dont le sang contient 14 pour 100 d'oxyhémoglobine, la durée de réduction moyenne est de soixante-dix secondes, j'en ai déduit que la quantité d'oxyhémoglobine réduite en une seconde est de 0,20 pour 100. Cette quantité est prise pour unité d'activité de réduction, et la formule suivante permet de calculer l'activité correspondant à des durées de réduction et à des quantités d'oxyhémoglobine déterminées par mes procédés.

» L'activité de réduction ou $\varepsilon = \frac{\text{quantité d'oxyhémoglobine}}{\text{durée de réduction}} \times 5.$

» J'ai étudié, sur deux cents individus, à l'aide d'un millier d'observations, les variations de l'activité de réduction, à l'état physiologique et sous l'influence des médications et des agents thérapeutiques ou toxiques. J'en ferai l'objet d'une autre Communication. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Nouvelles remarques sur la tige des Poroxylons, Gymnospermes fossiles de l'époque houillère.* Note de MM. **C.-Eg. Bertrand** et **B. Renault**, présentée par M. Duchartre.

« En comparant entre elles des sections homologues de tiges de Poroxylons, de même calibre, de même ordre, mais d'âges différents, nous avons pu déterminer les variations que l'âge amenait dans la structure des tiges moyennes. De cette comparaison il résulte :

» 1° Que la distribution des faisceaux et le développement du bois centripète ne changeaient pas avec l'âge;

» 2° Que la moelle se détruisait partiellement ou totalement, mais sans donner de planchers horizontaux comparables aux *Artisia* ou moelles cloisonnées des Cordaïtes. L'élongation intercalcaire des rameaux était plus lente chez les Poroxylons que chez les Cordaïtes;

M. Lutz, opticien à Paris, divers instruments dont les principaux sont représentés ici.

La *fig.* 2 est un modèle d'hématospectroscope disposé pour effectuer mécaniquement les mouvements de latéralité nécessaires à l'étude du phénomène des deux bandes. Il est muni d'une échelle spectrométrique divisée en longueurs d'onde.

La *fig.* 3 représente un hématospectroscope double à fente unique permettant à deux personnes d'étudier en même temps les phénomènes spectroscopiques.

» 3° Que l'épaississement du bois secondaire se faisait régulièrement par une zone cambiale externe. Cet épaississement se produisait même dans la trace foliaire. Le liber s'épaississait régulièrement par sa face profonde. Bois et liber secondaires conservaient toujours la même structure, de la première à la cinquième période de végétation. Nous avons pu constater directement qu'il en est bien ainsi depuis l'instant où la couronne ligneuse centrifuge n'a que cinq rangs d'éléments, jusqu'au moment où elle en a quatre-vingt-douze rangées;

» 4° Que le rhytidome superficiel tombait plus ou moins rapidement.

» En comparant entre elles des sections homologues de tiges de même âge, de même ordre, mais de calibres différents, nous avons pu déterminer l'influence du calibre sur la structure des tiges des Poroxylons. Nous avons été conduits aux conclusions suivantes :

» 1° La moelle est plus large dans les grosses tiges que dans les tiges grêles.

» 2° Dans les grosses tiges, les faisceaux sont plus larges et plus nombreux à un niveau donné. Ceci tient à ce que les faisceaux y sont plus tôt indépendants.

» 3° Le bois centripète est plus développé et s'étend plus loin dans les faisceaux des grosses tiges. Ainsi, tandis qu'on peut trouver du bois centripète jusqu'à onze entre-nœuds de leur sortie dans les faisceaux des très grosses tiges, ce bois disparaît dès le cinquième entre-nœud dans les faisceaux d'une tige grêle.

» Ni dans les grosses tiges ni dans les tiges grêles les masses ligneuses centripètes ne convergent au centre de la moelle. Ce fait est très important pour la Paléontologie végétale, puisque certains paléobotanistes croient qu'une différence d'âge suffit pour donner à deux rameaux d'une même plante, à l'un un bois centripète convergent, à l'autre des îlots ligneux centripètes, circummédullaires, distincts.

» La différence d'ordre détermine dans la structure des tiges des Poroxylons des variations analogues à celles que provoquent les différences de calibre; mais elles sont généralement moins fortes.

» La région basilaire des branches axillaires est caractérisée par des faisceaux sortants très grêles. En ces points plusieurs faisceaux foliaires quittent la tige presque au même niveau. Les faisceaux qui se rendent dans les feuilles plus élevées sont plus forts et ils ne s'échappent que lentement de la tige. La base des branches axillaires était donc composée d'entre-nœuds courts. Les nœuds ainsi rapprochés portaient des feuilles

petites, dépourvues de bourgeons axillaires. Plus haut les entre-nœuds s'allongeaient; les nœuds portaient des feuilles plus amples. Il y avait donc une région pérulaire à la base des branches axillaires des Poroxylons. Dans cette région basilaire le bois centripète des faisceaux sortants est très réduit. Les fibres ligneuses centrifuges produites pendant les deux premières périodes de végétation sont très étroites. La distribution des faisceaux dans la région basilaire des branches est la même que dans leur région moyenne. »

BOTANIQUE. — *Sur une condition fondamentale d'équilibre des cellules vivantes*. Note de M. **Léo Errera**, présentée par M. Van Tieghem.

« La membrane des cellules animales ou végétales présente souvent une épaisseur, une résistance et une rigidité considérables. Mais ces propriétés, elle ne les acquiert qu'avec l'âge; *au moment de sa formation*, la membrane est, au contraire, toujours mince et plastique, et ce n'est pas sans raison que Hofmeister la regardait comme demi-liquide. Par son aptitude à changer facilement de forme et par son extrême minceur, la membrane cellulaire nouvelle se trouve ainsi dans les mêmes conditions que les lames liquides minces, les lames d'eau de savon par exemple. Plateau a fait voir que ces lames sont si légères que l'action de la pesanteur y devient négligeable, et qu'elles se façonnent, pour ainsi dire, uniquement sous l'influence des forces moléculaires. Pareille conclusion est, par conséquent, applicable aussi aux membranes des cellules, et cela d'autant mieux qu'elles sont plongées, en général, dans un milieu protoplasmique. Ce milieu plus ou moins fluide, dont la densité est très voisine de la leur, doit, en vertu du principe d'Archimède, diminuer encore davantage l'action de la pesanteur.

» Nous arrivons ainsi à cette conclusion qu'*une membrane cellulaire, au moment de sa genèse, tend à prendre la forme que prendrait, dans les mêmes conditions, une lame liquide sans pesanteur*.

» Ce principe paraît avoir une grande importance : il fait comprendre un très grand nombre de formes organiques, et il permet, pour la première fois, de rattacher l'architecture des cellules à la physique moléculaire. C'est ce que nous nous proposons de montrer plus en détail dans un travail qui paraîtra prochainement. Nous nous bornerons aujourd'hui à exposer quelques-unes des applications de notre principe général.

» Comme l'ont établi les géomètres et les physiciens, une lame liquide homogène et sans pesanteur ne peut persister que si elle constitue une surface à courbure moyenne constante. Donc les membranes cellulaires homogènes doivent aussi, au moment de leur genèse, remplir cette condition. Si l'on se souvient, en outre, que les membranes cellulaires très jeunes sont presque toujours homogènes, il résulte que la membrane extérieure d'une cellule isolée, tout aussi bien que la cloison qui sépare deux cellules dans un tissu, représentent généralement des surfaces à courbure moyenne constante. Ces deux déductions sont pleinement vérifiées par l'observation microscopique.

» Il existe un nombre illimité de surfaces à courbure moyenne constante, mais Plateau a démontré qu'il y en a seulement cinq qui sont de révolution, savoir : la sphère, le plan, le cylindre et celles qu'il a nommées onduloïde, caténoïde et nodoïde. Beaucoup de végétaux inférieurs (Conjuguées, etc.), qui constituent sensiblement des figures de révolution, sont, en effet, soit des sphères, soit des assemblages de deux ou plusieurs des surfaces que nous venons de nommer. Les cylindres ou les portions d'onduloïdes terminés par des calottes sphériques sont très fréquents, et l'on peut même calculer, dans ces cas, la relation qui doit exister entre le rayon de la calotte sphérique et la courbure du cylindre ou de l'onduloïde, pour que la constance de la courbure moyenne soit respectée.

» Lorsqu'une grande cellule se divise simultanément en plusieurs autres, l'ensemble des cloisons nouvelles constitue ce que l'on peut nommer, à l'exemple de Plateau, un *système laminaire*. Or ce physicien a prouvé, par l'expérience et par le raisonnement, que dans un tel système trois cloisons aboutissent toujours à une même arête en formant des angles dièdres égaux de 120° et que les arêtes, droites ou courbes, concourent toujours par quatre en un même point en formant entre elles des angles plans égaux de 109°, 5 environ. Ces deux lois se retrouvent aussi, avec une approximation remarquable, lors de la division simultanée des cellules, par exemple dans les endospermes et les sporanges des végétaux, etc.

» Mais le cas le plus ordinaire de la division des cellules est la bipartition. Ici, la cloison nouvelle s'attache partout à une cloison plus ancienne et déjà rigide. Il est facile de démontrer, soit directement, soit en s'appuyant sur une formule de M. Van der Mensbrugghe, que, dans ce cas, la cloison nouvelle doit partout couper à angles droits la cloison primitive. On retrouve ainsi, par voie déductive, le principe fécond de la section rectangulaire des cloisons découvert par M. Sachs. Notre théorie nous dit, en

outre, que la cloison nouvelle doit présenter en tous ses points une courbure moyenne constante.

» C'est surtout chez les plantes supérieures que la bipartition est de règle et c'est chez elles aussi que nous trouvons les plus beaux exemples de section rectangulaire. Elles possèdent même un organe spécial, le corps lenticulaire qui se forme entre les deux noyaux à la fin de la caryocinèse, grâce auquel l'attache rectangulaire des cloisons est amenée d'une manière en quelque sorte mécanique, ainsi que je l'ai déjà indiqué il y a plusieurs années.

» Notre principe permet aussi de se rendre compte des tensions qui existent dans les membranes et dans les couches des corps organiques stratifiés, au moment de leur genèse, et, à ce point de vue encore, il est susceptible d'applications nombreuses. De son côté, la turgescence qui existe dans les cellules végétales donne lieu aussi à une tension des membranes, de sorte que nous devons retrouver dans les tissus adultes, formés de cellules turgescentes, la jonction des cloisons par trois et des arêtes par quatre. Un coup d'œil jeté sur tout dessin histologique bien fait montre encore une fois l'accord de l'observation avec la théorie.

» Il n'a été question jusqu'ici que des membranes homogènes. Pour les membranes qui ne le sont pas, on démontre aisément que la courbure moyenne, au lieu d'être constante, doit être en chaque point en raison inverse de la tension. De là, par exemple, l'accroissement de courbure caractéristique des points végétatifs.

» Enfin, il est facile de comprendre, d'après notre théorie, que l'on pourra dans bien des cas reproduire les formes des cellules au moyen de lames d'eau de savon. »

MINÉRALOGIE. — *Examen pétrographique d'une diabase carbonifère des environs de Dumbarton (Écosse).* Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« Les bords de la Clyde (Écosse) ont été à l'époque carbonifère le siège d'éruptions basiques très nombreuses. Aux environs de Dumbarton, on peut observer dans la petite carrière de Strouenvell un filon vertical, de quelques mètres d'épaisseur, traversant le vieux grès rouge dévonien (*old red sandstone*).

» La roche qui constitue ce filon est verdâtre, à grain très fin; son exa-

men pétrographique est des plus intéressants, car il fait voir sur un espace très restreint, et de la façon la plus nette, les divers modes de structure que peut prendre une roche volcanique sous l'influence d'un refroidissement progressif.

» De nombreux échantillons recueillis au centre du filon montrent au microscope les éléments suivants, énumérés dans leur ordre de consolidation : 1° apatite, sphène, fer oxydulé et titané, mica (?), labrador, pyroxène; 2° quartz; 3° sphène (leucoxène), épidote, chlorite, mésotype, mica noir, calcite.

» L'apatite est très abondante, en longues baguettes incolores contenues à l'état d'inclusions dans tous les autres éléments de la roche.

» Le fer oxydulé est facile à reconnaître à ses sections de symétrie cubique : il donne parfois naissance par décomposition à du mica noir.

» Le fer titané forme des cristaux hexagonaux, souvent épigénisés par du sphène secondaire (leucoxène de Lasaulx).

» Le pyroxène légèrement brunâtre, en lames minces, appartient au type commun; sa biréfringence maximum $n_g - n_p = 0,024$. Il est fréquemment altéré, brisé en menus fragments qu'épigénisent plus ou moins complètement de la calcite et une chlorite verdâtre faiblement biréfringente (*pennine*), se résolvant aux forts grossissements en sphérolithes à allongement positif.

» Le labrador est, lui aussi, très altéré ; ses plages sont brisées, infiltrées de produits micacés et de quartz; ce dernier minéral se rencontre disséminé dans la roche sous forme de grains arrondis, remplissant les vacuoles, où l'on trouve également de la calcite, de la chlorite et de la mésotype.

» Enfin, il faut ajouter à ces éléments une substance toujours transformée en chlorite et qui doit, sans doute, être rapportée à du mica.

» Le pyroxène et le labrador forment des plages sans orientation fixe, de cristallisation simultanée, caractéristique de la structure granitoïde : la roche est donc une *diabase labradorique*.

» Si l'on se rapproche des salbandes du filon, la structure change, les cristaux de labrador s'allongent suivant l'arête pg^1 (001)(010) et sont moulés par les plages de pyroxène : la structure est devenue *ophitique*.

» A mesure que l'on s'éloigne du centre du filon, les microlithes et les cristaux de pyroxène diminuent de volume, puis le pyroxène cesse de former de grandes plages, il devient lui-même microlithique; de loin en loin, un dernier effort de cristallisation donne une plage ophitique, puis

la structure nettement fluidale s'accentue et enfin subsiste seule : la roche est devenue une *porphyrite*.

» Aux salbandes mêmes du filon, la cristallisation est presque nulle; la matière vitreuse, facilement attaquable par les actions secondaires, est entièrement transformée en produits imparfaitement cristallisés et injectés de quartz et de calcite. L'on ne distingue plus que le moule de quelques cristaux de feldspath au milieu d'un fin réseau d'aiguilles de fer oxydulé, croisées à angle droit et rappelant, par leurs élégantes arborisations, les cristallites de même nature que l'on observe dans les scories.

» Il n'est pas sans intérêt de suivre ainsi pas à pas, dans la série ancienne, ces modifications de structure qu'expliquent les expériences synthétiques de MM. Fouqué et Michel Lévy, et de constater la nature volcanique d'une diabase carbonifère. »

GÉOLOGIE. — *Les dislocations du globe pendant les périodes récentes, leurs réseaux de fractures et la conformation des continents.* Mémoire de M. **Jourdy**, présenté par M. Daubrée. (Extrait par l'auteur.)

« La route d'Orient, qui conduit de Singapour en Europe, emprunte les deux passages longs et resserrés du détroit de Malacca et de la mer Rouge, dont les orientations sont voisines et qui se trouvent tous deux à proximité de régions volcaniques. A partir de la Méditerranée, un troisième élément, conformé et orienté de même, voisin aussi de contrées volcaniques, se reconnaît dans la mer Adriatique : cette direction prolongée à travers les Alpes, suivant une ligne de séparation des mers anciennes, s'enfonce par le cours inférieur du Rhin dans le massif de ses basaltes jusqu'au Zuyderzée; de là elle peut se continuer à travers la mer du Nord sans abandonner les pointements éruptifs les plus modernes, car elle côtoie les basaltes du nord de l'Écosse et les volcans de l'Islande. Les caractères de cette longue ligne brisée, orientée du sud-est au nord-ouest, se complètent par l'adjonction d'éléments semblables orthogonaux : ce sont le tracé général de la côte de Bornéo et de celle d'Aden, les axes des deux bassins de la Méditerranée et celui de la Manche qui sont lignes de ruptures du continent et, à part la dernière, en relation très proche avec les volcans. Dans la partie occidentale du trajet de cette ligne, on peut observer le long de ses bords des réseaux semblables et de même orientation, tels que ceux

du Harz, du Morvan, de la Normandie orientale et du midi de l'Angleterre. Des plissements, remarquables par leur développement et par la constance de leur direction, tels que ceux des chaînes iranienne et dalmate, suivent son bord oriental; ils sont contemporains de l'ouverture de la période volcanique et quelque peu postérieurs aux soulèvements des Pyrénées et du Caucase qui l'ont préparée. La route d'Orient, ainsi définie et ainsi complétée, constitue donc un des traits orographiques les plus remarquables du globe, une de ses principales lignes de fracture et de soulèvement.

» La côte orientale d'Asie est bordée par une chaîne d'îles et de volcans, qui reproduit de même une longue direction orientée sud-ouest-nord-est, symétrique par rapport à la précédente, et droite ou formée d'éléments rectilignes. L'ignorance où l'on est de la Géologie de cette partie du monde ne permet pas d'y relever les éléments orthogonaux, que l'on entrevoit cependant assez, par les crochets de l'alignement général, pour que le continent asiatique semble inscrit dans deux longs alignements rectilignes sur la Carte et loxodromiques sur la sphère.

» Les autres continents présentent une disposition semblable qui saute aux yeux pour les deux Amériques et pour l'Afrique et qui s'applique assez bien à l'Europe et à l'Australie : mêmes orientations rectilignes des rivages avec crochets aux régions volcaniques, mêmes intersections en pointes tournées vers le pôle Sud. La figure caractéristique formée par les bords des continents peut s'expliquer par les résultats de deux expériences de M. Daubrée.

» L'une de ces expériences consiste dans la torsion d'une lame de verre dont les fractures reproduisent fidèlement sur un plan les réseaux loxodromiques. L'examen de la sphère terrestre n'a rien, du reste, qui ne permette d'y reconnaître la trace d'une torsion : outre ce qu'on sait des régions de filons, les six continents accouplés (les deux Amériques, l'Asie-Australie et l'Europe-Afrique) se ressentent visiblement d'un effet de ce genre, car leurs moitiés septentrionales paraissent déviées vers l'ouest et sont réunies par trois longues bandes volcaniques (isthme de Panama, seuils sous-marins de l'archipel malais et de la Sicile) qui sont très minces et fort sinueuses, comme si elles avaient subi une torsion. La cause de ce phénomène est due sans doute au retard dans la vitesse de rotation que l'hémisphère boréal, le plus chargé de continents, aura subi pendant le mouvement général de dislocation.

» L'autre expérience est celle de la compression d'un prisme d'où résulte la formation de deux pointes conjuguées et bordées chacune d'une

zone d'écrasement. L'accumulation des océans vers le pôle sud et des terres plates vers le pôle nord sont déjà des indices d'une double compression dont l'inégalité des effets est due soit au défaut d'homogénéité du globe, soit aux révolutions géologiques antérieures à la période volcanique. De plus, l'existence de presqu'îles qui terminent les continents vers le pôle sud constitue une analogie plus étroite qui se complète par la présence de bombements continentaux, de sortes de pointes opposées (à 180° de longitude) aux grandes fosses océaniennes. Ces pointes sont les Alpes d'Europe, d'Afrique, du Thibet, des montagnes Rocheuses, de Bolivie, et le point analogue d'Australie, qui sont nœuds de continents et qui sont bordés du côté du nord, d'abord par des dépressions superficielles, grands réservoirs des eaux douces, puis par des bandes volcaniques récentes ou anciennes, traces d'un refoulement énergique. Si l'on admet la théorie de Laplace, qui cadre mieux que toute autre avec les faits connus, la compression polaire ne peut être que la conséquence obligée de l'aplatissement préexistant à l'écorce solide du sphéroïde. En effet, celle-ci devant, selon la remarque de M. Faye, conserver invariablement sa forme malgré les révolutions géologiques, l'aplatissement ne peut se maintenir aux pôles que grâce à une force permanente de compression. Cette force ne peut être inférieure à celle qui a déterminé les plus grands reliefs du globe, puisque la valeur exacte de l'aplatissement polaire est de $\frac{1}{292}$ du rayon, soit 22^{km}, soit la demi-épaisseur probable de l'écorce terrestre, tandis que la somme de la plus haute altitude et de la plus grande profondeur n'est que de 15^{km}.

» La figure actuelle du globe peut donc s'expliquer : 1° par la compression qui résulte de l'aplatissement polaire et qui a déterminé la formation des pointes continentales; 2° par la torsion qui peut être due à la prédominance des continents sur le même hémisphère et qui a causé l'ouverture des réseaux orthogonaux de fractures, limites naturelles des continents. Est-ce là tout? Non, sans doute, car ces deux phénomènes ne sont que des conséquences du retrait, c'est-à-dire du refroidissement planétaire. Le retrait poursuit son cours sur toutes les parties du sphéroïde, sollicitant sans cesse vers le centre chaque point de l'écorce terrestre, tendant à manifester son empreinte, de préférence suivant des méridiens qui sont les plus courts des grands cercles et dans les zones obligées de dislocation. On retrouve, en effet, ces alignements nord-sud qui passent (ou à fort peu près) par les intersections des réseaux orthogonaux en les bissectant plus ou moins exactement. On en compte une douzaine le long de la route

d'Orient et de la côte opposée d'Asie, tous alignements volcaniques par excellence. Ceux de l'Europe et de l'Asie antérieure sont presque tous éteints, tandis que, plus à l'est, on ne trouve plus que des cratères fumants. Les saillies de la surface interne de la croûte solide, que M. Faye signale comme nécessaires sous les trois grandes dépressions intercontinentales s'enfonceraient alors plus ou moins dans la zone liquide des roches infra-granitiques : celle de la route d'Orient commencerait à atteindre le niveau inférieur du fer et du nickel, comme le prouvent les analyses de certaines laves d'Islande et du fer natif d'Ovifak, celle du Pacifique plongerait en plein dans le péridot fluide, tandis que celle de l'Atlantique en atteindrait seulement la surface. Ces trois saillies, dont le fond est sillonné de crevasses méridiennes, représentent donc le passé, le présent et l'avenir de la période volcanique. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'unité des forces en Géologie* (suite) (¹).
Note de M. **H. Hermite.**

« De toutes nos connaissances sur la physique du globe, il n'en est pas de plus importante que celle de la figure de la Terre : c'est le point de départ et la base de tout système possible en Géologie. La théorie de l'équilibre des mers, dont la surface prolongée est celle de la Terre, n'ayant été établie que dans l'hypothèse de l'homogénéité, il y a lieu de vérifier si le principe de la fluidité ignée, déduit du calcul, subsiste encore pour les mers actuelles dont la densité augmente progressivement des pôles à l'équateur. Cette vérification paraîtra d'autant plus nécessaire que cette base n'a apporté aucune aide pour expliquer l'époque quaternaire, qui est le premier anneau de la chaîne qui relie les temps géologiques, et à partir duquel on pourrait espérer procéder du connu à l'inconnu, comme on l'a fait pour la Paléontologie et pour les sciences en général.

» La théorie de la figure de la Terre repose sur deux principes (*Clairaut*) : le premier, celui d'Huygens, exige que la surface des mers soit normale à la direction de la pesanteur. Or ce principe n'est rigoureusement vrai que dans le cas de l'homogénéité; car, si l'on conçoit un canal à ciel ouvert contenant de l'eau, dont la densité augmente progressivement d'une extrémité à l'autre, on ne troublera pas l'équilibre en solidifiant toute

---

(¹) *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 436 et 671.

l'eau, à l'exception de deux filets verticaux réunis par le bas par un filet horizontal. Dans ce système de vases communiquants, l'équilibre exige que le filet le plus dense soit moins long que l'autre, et que la surface soit inclinée. Le second principe, dû à Newton, veut que les colonnes liquides allant du centre à la surface aient le même poids. On calcule la diminution du poids par la force centrifuge, en décomposant cette force en deux autres : l'une, suivant le rayon et qui seule diminue le poids, et une autre qui lui est perpendiculaire. Or on ne tient pas compte de cette force qui tend à faire mouvoir toutes les molécules dans le sens des méridiens. Ce second principe, bien que nécessaire, ne serait donc pas suffisant pour assurer l'équilibre général.

» Pour déterminer les conditions d'équilibre des mers actuelles, nous nous appuierons sur ce principe : *que l'équilibre général d'une masse fluide exige l'équilibre de toutes ses parties*. Concevons les mers composées de couches infiniment minces, parallèles à la surface. L'équilibre existera, si, pour chacune d'elles, les pressions éprouvées par toutes leurs molécules sont égales; car ces pressions, qui se transmettent également dans tous les sens, s'annuleront mutuellement : les pressions verticales étant détruites par la résistance du fond.

» Or la pression éprouvée par chaque molécule d'une couche déterminée est exprimée par le produit gd de sa gravité par sa densité, multiplié par un facteur constant qui dépend de la profondeur. Ainsi, la seule condition de la constance du produit gd, *nécessaire et suffisante*, assurerait l'équilibre général. Il semblerait qu'en déterminant la densité de l'eau à la surface en plusieurs points d'un méridien, on connaîtrait les rapports des gravités en ces points et, au moyen de la formule de Clairaut, l'accroissement du rayon et la figure de la Terre. Mais l'équilibre de la première couche n'entraîne pas rigoureusement l'équilibre de toutes les autres, bien que la gravité diminue avec la profondeur pendant que la densité augmente. La constante du produit gd ne peut être qu'approchée dans la nature, car la gravité dépend de la distance au centre et de la force centrifuge, c'est-à-dire d'une loi géométrique qui n'a pas un rapport nécessaire avec le degré de salinité de l'eau, dont la densité dépend. L'équilibre général ne peut donc être qu'approché. Aussi les mers sont-elles parcourues par des courants d'un volume tel, qu'Élisée Reclus les compare à *la mer elle-même en mouvement*.

» Il semblerait que les mers sont dans un état d'équilibre mobile qui ne causerait que de faibles variations à leur niveau.

» On peut maintenant se rendre compte que le niveau des mers polaires s'élèvera si la densité des couches superficielles augmente, car leur gravité diminuera pour satisfaire à cette condition indispensable à leur équilibre, que le produit *gd* reste constant. Or une diminution de la gravité ne peut avoir lieu que par un éloignement des couches du centre de la Terre. La densité des mers à la surface est étroitement liée à l'étendue des glaces qui les couvrent. Lorsque l'étendue des glaces augmente, la proportion d'eau presque douce provenant de leur fusion estivale s'accroît; la densité de l'eau marine doit donc diminuer et, par suite, le niveau doit s'abaisser. Ces déductions sont confirmées par la comparaison des hémisphères actuels, nord et sud. Celui-ci, plus couvert de glaces que l'autre, a la densité de ses mers plus faible que l'autre et son niveau est plus élevé de 439^{m} (Saigey).

» On peut tirer de ce qui précède plusieurs conséquences. La Géologie enseigne qu'avant l'époque quaternaire la température des régions polaires était plus élevée qu'aujourd'hui. L'étendue des glaces devait donc être moindre et le niveau des mers plus élevé. On peut alors présumer que les terres polaires actuelles sont les restes dénudés d'anciennes terres, montrant sous la forme de golfes ramifiés, *fjords*, le réseau de leur hydrographie souterraine. On ne peut guère, en effet, rapporter ces formes étranges qu'aux phénomènes de *karst* produits par l'action souterraine de l'eau, car les glaciers et les cours d'eau ne produisent rien de semblable.

» On remarquera que ces régions sont composées de roches cristallines dont la densité est relativement grande, et qu'elles doivent, par leur attraction, faire dévier le fil à plomb et accroître la longueur des degrés, sans recourir au principe d'Huygens. Elles doivent aussi accélérer les oscillations du pendule et accuser un aplatissement plus grand que celui qui résulte des mesures géodésiques.

» L'intensité du froid de l'époque glaciaire s'expliquerait, dans cet ordre d'idées, par un abaissement du niveau des mers polaires qui aurait augmenté le niveau relatif des montagnes voisines et découvert à leur base de vastes surfaces. Cet abaissement résulterait de ce que les glaciers polaires ont été largement alimentés par les pluies persistantes de l'époque quaternaire, et qu'ils ont pu se rendre dans les mers et accroître ainsi l'étendue de leurs glaces.

» Nous ferons encore remarquer que le niveau des mers polaires n'a pu s'abaisser sans que celui des mers tropicales se soit relevé, afin que le volume total des mers ne change pas. L'océan Indien a donc pu déverser ses

eaux chaudes par la mer Rouge et la dépression aralo-caspienne, dans ces vastes régions sibériennes, parsemées encore aujourd'hui de tant de lacs salés, et créer un climat tempéré anormal entre les régions glacées de l'Europe et de l'Amérique, situées à la même latitude. D'autres phénomènes de la même époque pourraient également être expliqués par un enchaînement de causes physiques analogues.

» En résumé, il semblerait que de simples oscillations du niveau des mers produites par des causes météorologiques suffiraient pour expliquer, sans l'intervention des agents internes, ces oscillations *apparentes* du sol, en rapport avec la latitude, qui caractérisent l'époque quaternaire. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la physiologie pathologique des capsules surrénales*. Note de M. **Guido Tizzoni**.

« Dans deux Notes communiquées à l'Académie dei Lincei (1er juin et 14 décembre 1884), j'ai étudié la physiologie des capsules surrénales, leur régénération et la pigmentation qui suit leur ablation. J'ai l'honneur de communiquer aujourd'hui à l'Académie mes recherches sur les altérations fonctionnelles et matérielles du système nerveux, consécutives à l'extirpation de ces organes.

» Les troubles fonctionnels ont été observés sur cinq lapins opérés comme suit : un des deux côtés depuis quinze mois; un depuis vingt-huit jours à droite, et depuis six jours à gauche; les trois autres à droite seulement depuis neuf, dix-huit et vingt-deux mois. Les lésions ont été constatées sur sept animaux, les cinq précédents et deux autres tués au bout de neuf et de douze mois sans avoir présenté le moindre désordre fonctionnel.

» Les *symptômes* accusent une origine cérébro-bulbaire : l'animal se meut avec moins de vivacité et refuse la nourriture; bientôt il devient comateux, écarte les pattes pour ne pas tomber, baisse la tête; il est pris de tremblement avec propulsion en avant. L'attouchement excite soit un opisthotonos passager, soit des secousses et des mouvements exagérés; des accès convulsifs en opisthotonos avec secousses violentes précèdent la mort. Notons encore : diminution de la mobilité, de la sensibilité (à la douleur, à l'excitation électrique) et de l'action réflexe (cette dernière plus affaiblie dans les extrémités antérieures), mydriase, accélération de la respiration pendant les accès, ralentissement dans leur intervalle, rougeur de la muqueuse buccale, refroidissement, enfin, après la mort, rigidité hâtive.

» Les *lésions* sont les suivantes : *Si la mort a suivi de près l'opération,* forte njection dans le système nerveux central; foyers hémorragiques, surtout dans la substance grise de la moelle au niveau des cornes antérieures et au voisinage du canal central. *Si la mort a été tardive,* la lésion siège dans la pie-mère et l'espace sous-arachnoïdien, dans les cavités et les parois ventriculaires. L'espace sous-arachnoïdien est le siège d'un exsudat à réticulum fibreux, contenant une substance amorphe, granuleuse, riche en globules blancs désagrégés et en gouttelettes de myéline. Des excroissances en forme de villosités ramifiées remplissent une bonne partie des cavités ventriculaires, occupées aussi par un exsudat plus riche que le précédent en éléments figurés. L'infiltration leucocytique se poursuit dans la substance du cerveau et du cervelet, où se voit la destruction par foyers des fibres et des cellules en même temps que la chute de l'épithélium cavitaire. Ces lésions correspondent à la distribution de la pie-mère et atteignent une couche limitée à la surface des hémisphères ou à l'intérieur des ventricules, mais il y a en outre des plaques de dégénérescence disséminée.

» Il y a, de même, infiltration de la *moelle* et ramollissement aigu commençant par la partie axile des fibres, atteignant ensuite la gaîne avec dilatation des cercles de substance érythrophile. Dans l'épendyme, on trouve une exsudation soit simple, soit accompagnée de la chute de l'épithélium, avec infiltration de la commissure grise, pénétration des leucocytes dans les parois vasculaires et désorganisation de ces parois, enfin extension uniforme ou par foyers du processus à la substance grise, laquelle fait place soit à des amas globulaires, soit à une substance amyloïde. Mêmes lésions dans la cavité et les parois du quatrième ventricule; les noyaux des nerfs bulbaires n'y échappent point et les cellules se détruisent soit par hydropisie péricellulaire, soit par infiltration, soit par dystrophie suite de lésion vasculaire. L'intensité du mal diminue de haut en bas; elle atteint son maximum au niveau de la deuxième et de la troisième paire dorsale. Racines, ganglions, nerfs peuvent être aussi dégénérés en totalité ou partiellement. Dans le seul cas où ces lésions ont manqué, on n'avait conservé que la partie postérieure de la moelle, celle qui reste saine le plus souvent.

» Ces altérations, à marche descendante, plus accusées dans les parties vasculaires, ont probablement leur *origine dans les vaisseaux sanguins,* qui, dans les cas aigus, se rompent et donnent lieu à des foyers hémorragiques, et, dans les cas à marche lente, entraînent une altération du liquide céphalo-rachidien. Cette relation est prouvée par ce fait, démontré par mes précédentes expériences, que la régénération surrénale a son

point de départ dans le grand sympathique, puis par l'analogie entre les lésions nerveuses et celles de la peau, lesquelles intéressent primitivement les vaisseaux du derme (Nothnagel), enfin, par la grande ressemblance entre les troubles observés par Brown-Séquard peu après l'opération et ceux que j'ai constatés plus tardivement. Deux cas dus à Burresi et à Semmola prouvent que les désordres nerveux que je viens de décrire peuvent se retrouver chez l'homme à la suite des maladies des capsules surrénales. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les contractions déterminées par les courants de polarisation des tissus vivants.* Note de MM. **Onimus** et **Larat**, présentée par M. Brown-Séquard.

« Nous sommes parvenus à enregistrer des contractions que nous avons provoquées en mettant en rapport les muscles gastro-cnémiens d'une grenouille avec des tissus vivants préalablement électrisés.

» L'importance de ces résultats tient surtout à ce qu'ils démontrent d'une façon indiscutable l'existence et l'énergie des courants de polarisation dans nos tissus et, par conséquent, les conditions d'erreur des expériences fondamentales de du Bois-Raymond et de la plupart des physiologistes allemands.

» On sait que cette école a soutenu qu'il existait une orientation polaire des molécules organiques et que les modifications de cette orientation étaient la cause de tous les phénomènes électrophysiologiques.

» Becquerel, Matteucci, Legros et Onimus, etc., ont fait à cette théorie des objections sérieuses et ont soutenu que cet ensemble de faits sur lesquels est édifiée la conception de l'électrotonus n'a pas d'autre origine que les phénomènes électrochimiques et électrocapillaires.

» On peut, du reste, montrer l'existence des courants de polarisation au moyen du galvanomètre.

» Quand on applique deux tampons bien imbibés d'eau sur un membre et qu'on laisse passer un courant d'une intensité de dix milli-ampères, par exemple, pendant cinq minutes, si l'on vient à renverser le courant, le nombre des éléments en circuit restant le même, on constate que, au moment de l'inversion et pendant les instants qui suivent, la déviation accusée par l'aiguille aimantée dépasse toujours, et souvent de près du double, les dix millièmes indiqués précédemment.

» Cela tient évidemment à ce qu'à ce moment le courant de polarisation vient s'ajouter au courant direct.

» Pour rendre plus saisissante l'existence et l'énergie de ces courants de polarisation, nous les avons fait agir sur les muscles gastro-cnémiens d'une grenouille, et nous avons ainsi pu recueillir plusieurs tracés.

» Dans une première série d'expériences, pour montrer l'analogie qui existe entre les phénomènes chimiques déterminés dans les tissus vivants et ceux qui ont lieu par l'électrolyse des liquides salins quelconques, nous avons recueilli et fait agir sur des muscles de grenouille le courant secondaire engendré par la galvanisation de l'eau ordinaire, pendant une durée de cinq à dix minutes.

» Nous avons employé d'abord des électrodes en charbon. Ces électrodes étant plongées dans l'eau, nous faisions passer à travers le liquide, pendant une dizaine de minutes, le courant de 60^{él} au sulfate de cuivre, puis, détachant les fils conducteurs de la source électrique, nous les mettions en rapport avec deux pinces en contact avec le nerf sciatique d'une grenouille. Au moment du contact et à chaque interruption, nous avons pu constater et enregistrer les secousses indiquées dans les figures ci-jointes (*fig.* 1 et 2).

Fig. 1.

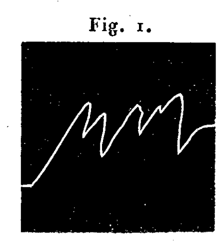
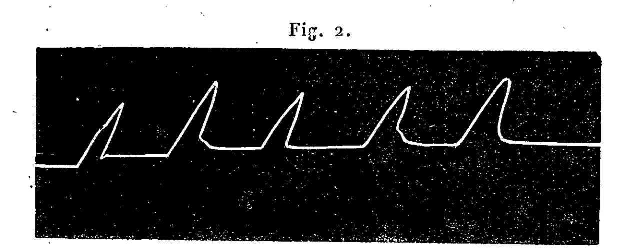
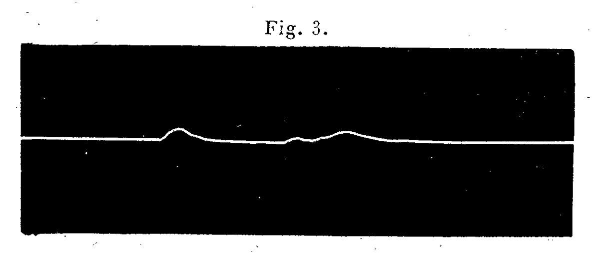


Fig. 2.



» Puis nous avons employé les électrodes, dites *impolarisables*, dont se servent les physiologistes allemands, et qui ne sont autre chose que des réophores à grande résistance. Nous avons encore enregistré les secousses de la *fig.* 3.

Fig. 3.

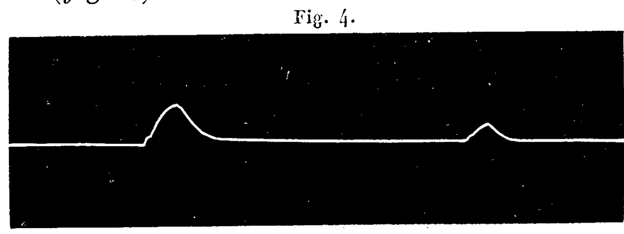


» Dans une seconde série d'expériences, nous avons voulu rechercher si les courants de polarisation produits chez l'homme par les courants journellement usités en Électrothérapie avaient une intensité suffisante pour déterminer des contractions analogues, et nous avons pu facilement enregistrer les résultats indiqués dans les tracés 4, 5, 6, 7.

» Nous appliquions les réophores en charbon sur les membres, et nous avons obtenu les résultats suivants :

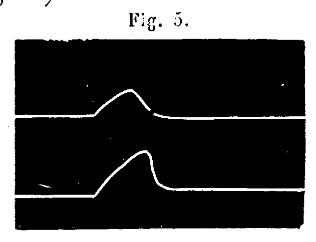
» Sur le bras (*fig.* 4) :

Fig. 4.



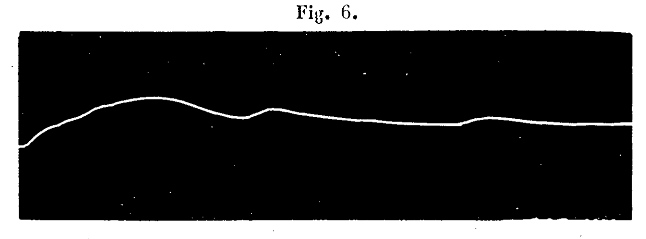
» Sur l'avant-bras (*fig.* 5) :

Fig. 5.



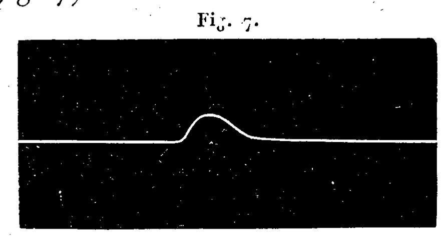
» Sur la jambe (*fig.* 6) :

Fig. 6.



» Sur la cuisse (*fig.* 7) :

Fig. 7.



» L'intensité du courant était de dix milli-ampères et sa durée de cinq mi-

nutes, au bout desquelles, comme précédemment, nous mettions en contact avec le nerf sciatique d'une grenouille les fils qui, d'autre part, étaient en rapport avec les électrodes appliquées sur la peau et sans qu'aucun élément de pile intervînt dans le circuit.

» Les contractions déterminées par les courants de polarisation ne diffèrent pas sensiblement de celles obtenues par le courant direct.

» Il résulte de ces premières expériences qu'avec les courants journellement employés en Électrothérapie on emmagasine dans les membres électrisés assez d'énergie pour déterminer des contractions apparentes plusieurs minutes après le passage du courant, et dont l'action suffit parfaitement à expliquer la plupart des phénomènes physiologiques constatés par les expérimentateurs. Ainsi se trouvent confirmées les objections faites à la théorie de l'électrotonus. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Substance singulière recueillie à la suite d'un météore rapporté à la foudre.* Note de M. **Stanislas Meunier**.

« Parmi des échantillons, que M. Maurice Gourdon (de Luchon), a bien voulu me faire parvenir, il en est qui me semblèrent tout d'abord absolument extraordinaires. Étiquetés uniformément : « *Fulgurite, Luchon, 28 juillet* 1885 », ils sont en forme de gouttes et d'enduits translucides, brunâtres, à éclat vitreux et de texture bulleuse. Mais, au lieu de varier avec la substance qui les supporte et dont les vraies fulgurites ne sont que des produits de fusion, ils restent identiques à eux-mêmes sur des schistes et sur des calcaires; bien plus, sur des écorces d'arbres!

» A première vue, il est manifeste que ces substratum n'ont pas subi d'élévation sensible de température, et l'étonnement augmente encore quand on s'aperçoit que les gouttelettes et les enduits, loin d'être en un verre dur, se laissent rayer à l'ongle et se pulvérisent sous une pression très faible. Par la simple friction ils se ramollissent; une bougie les enflamme et dégage une odeur résineuse et beaucoup de fumée. La matière chauffée dans un tube fermé sur la lampe à alcool distille et laisse un résidu charbonneux considérable; il se condense une eau acide, de fines gouttelettes incolores dont une partie cristallise par refroidissement et de la résine blonde très analogue d'aspect à la matière primitive. Cette dernière est soluble dans l'alcool, surtout à chaud, et précipite alors par l'eau.

» En présence de résultats aussi imprévus, je demandai à M. Gourdon

un supplément d'informations, et voici ce qu'il a bien voulu m'écrire à la date du 27 octobre dernier :

« Le 28 juillet 1885, vers $1^h 30^m$ de l'après-midi, un homme de Luchon, se trouvant à la sortie de Luchon, sur la route de Bigorre, à 150^m après le pont de Mousquères, au lieu dit *Croix de Paysas*, et au moment de l'orage qui grondait fortement, vit tomber la foudre à 20^m de lui environ. Remis de la commotion éprouvée, il vint, par curiosité, regarder l'effet produit par la foudre et constata sur le mur longeant la route de Croix de Paysas, au pont de Mousquères, sur les schistes et sur les calcaires, des enduits de couleur brune. Certains arbres (érables) avaient un enduit sur l'écorce. Prévenu par cet homme, j'allai le lendemain matin sur les lieux et récoltai des spécimens d'écorce, de schiste et de calcaire portant le même enduit brunâtre. Après le pont de Mousquères, j'ai inutilement cherché la trace du passage du fluide électrique sur les schistes de la carrière immédiatement en face. Avant la chute du 28 juillet, je n'avais jamais rien vu sur le mur et les arbres de la route, et ces fulgurites me semblent devoir dater de ce moment précis. »

» On attachera à cette Lettre toute la valeur qu'elle mérite quand on se rappellera que M. Maurice Gourdon est un très habile observateur, à qui la géologie des Pyrénées doit un grand nombre de notions très importantes.

» Du reste, l'examen des échantillons conduit aussi à l'opinion qu'il s'agit bien réellement d'un apport effectué par le météore. Sur les schistes l'enduit est en couches très minces, continues parfois sur plusieurs centimètres de surface, brunâtre, souvent noirâtre, très brillant : il a pénétré en quelques points de plusieurs millimètres dans les joints de la roche. Il arrive que cette matière offre une apparence fibreuse très remarquable. On peut à la pince en arracher des filaments qui donnent l'idée de poils et de cheveux; mais, chauffés sur une lame de platine, ils brûlent sans répandre l'odeur de corne d'une manière sensible, et les irrégularités, telles que nodosités, qu'ils offrent sur leur longueur, montrent qu'ils consistent en résine simplement filée. A la surface de certains fragments schisteux, l'enduit est tout à fait discontinu et, par places, réduit à l'état de fines gouttelettes seulement visibles à la loupe. Sur les calcaires, les caractères de la substance résineuse sont sensiblement les mêmes. J'ai un échantillon où elle est remarquablement épaisse; à côté de l'amas qu'elle constitue le marbre est noirci par de la suie, comme si la résine avait en partie brûlé au contact de la roche. Enfin, sur les écorces d'arbre, la matière fondue se présente en gouttes pouvant atteindre $0^m,009$ de diamètre et ne dépassant pas quelquefois des dimensions presque microscopiques. Un des échantillons montre l'écorce comme saupoudrée de résine avec des filaments longs

et abondants qu'on ne trouve pas sur les parties qui n'ont pas été imprégnées. On est frappé d'ailleurs tout d'abord de l'état intact de l'écorce, qui ne paraît pas avoir été échauffée d'une manière sensible. La résine s'est déposée entre des brins de mousse sans leur faire perdre l'apparence qu'ils présentent sur des points non recouverts par l'enduit.

» Dans tous les cas, celui-ci présente des bulles très petites et à sa surface font saillie des fibres entrecroisées. Ces fibres dessinent un réseau qui n'est pas sans analogie extérieure avec celui que présente la croûte de diverses météorites et spécialement des eukrites. Il paraît même que les fibres ne sont pas simplement localisées à la surface, mais qu'elles existent dans la masse de la substance; car, ayant mis à dissoudre dans l'alcool une lamelle de résine prise sur un schiste et présentant une parfaite homogénéité apparente, j'y ai vu se révéler des baguettes et des aiguilles qui se sont dissoutes à leur tour.

» Le résidu, remarquablement abondant, de cette dissolution, offre à l'examen microscopique une identité parfaite avec les poussières atmosphériques si bien connues maintenant. On y voit des fragments organiques variés. Ce sont évidemment des granules agglutinés par la résine au moment où elle était fluide et qui n'ont pas nécessairement la même origine qu'elle.

» Quant à celle-ci, il se pourrait que, loin d'être absolument nouvelle, elle fût seulement le premier échantillon conservé d'une matière déjà entrevue dans une série de circonstances. La plus nette est peut-être celle que mentionne Robert Boyle ([1]) et qu'Arago n'a pas manqué de citer dans sa *Notice sur le tonnerre*.

» Le 24 juillet 1681, vers 3^h de l'après-midi, le vaisseau *Albermal*, naviguant à 100 lieues du cap Cod, fut assailli par un orage. Un coup de foudre fut suivi de la chute, dans la chaloupe même suspendue à la poupe du navire, d'une matière bitumineuse répandant l'odeur de la poudre à canon, et qui se consuma complètement bien qu'on essayât de l'éteindre avec de l'eau ou de la projeter dehors au moyen de bâtons.

» Dans un grand nombre de cas de tonnerre en boule, on a noté de même la présence de substance brûlant plus ou moins lentement et répandant l'odeur du soufre, de la résine, du bitume et parfois dégageant de la fumée noire. La suie conservée par l'un des morceaux de marbre de Luchon montre qu'ici également il y a eu combustion : une cause fortuite, sans doute très rare, l'a arrêtée avant la disparition de toute la substance.

([1]) *The philosophical works of the honourable Robert Boyle, esq.*, t. III, p. 32; 1725.

» Une autre supposition toutefois quant à l'origine de la résine que je viens d'étudier serait de la rattacher non à un coup de foudre ([1]), mais à l'explosion d'un bolide. Dans de nombreux récits on a mentionné à la suite de ces météores la chute de substances plus ou moins visqueuses ([2]), qui figurent seulement dans les catalogues, mais qu'on chercherait en vain dans les collections. Ce ne serait pas la première fois que des corps météoritiques auraient d'abord été considérés comme dérivant du tonnerre.

» Dans tous les cas et quelle que soit la solution définitivement réservée à cette question, la substance résineuse recueillie à Luchon, pendant l'orage du 28 juillet 1885, paraît mériter d'être considérée comme un objet d'un intérêt exceptionnel. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

A. V.

([1]) Il faut noter cependant que, dans le fait mentionné par Boyle, la liaison avec le tonnerre semble établie par la désaimantation de la boussole qui a accompagné le phénomène.

([2]) Par exemple, le 8 mars 1796 en Lusace, en juillet 1811 à Heidelberg, le 13 août 1819 à Amherst, Massachussets, etc.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 NOVEMBRE 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉODÉSIE ET GÉOLOGIE. — *Sur les rapports de la Géodésie et de la Géologie. Réponse à une Note de M.* de Lapparent (¹); par M. Faye.

« M. de Lapparent vient d'adresser à l'Académie une réponse aux observations que j'ai présentées le 12 juillet sur les rapports de la Géodésie et de la Géologie. Il se plaint de ce que j'ai mis en cause sa théorie de la terre pyramidale. Il assure qu'il n'y a aucun rapport entre cette théorie et les critiques qu'il m'a adressées. J'ai dû croire, au contraire, que là était le vrai motif de ses objections, et le public me semble en avoir jugé comme moi, car on a pu lire, à cette époque, dans les journaux et les revues, des phrases telles que celles-ci : « Il paraît que la Terre n'est pas ronde comme » on le pensait : on y a reconnu, en plein Océan, d'immenses dénivella- » tions d'un kilomètre de profondeur. Ces dépressions forment les faces

(¹) *Comptes rendus* du 26 octobre 1886, p. 772.

» latérales d'un tétraèdre dont les Alpes, l'Himalaya, les montagnes Ro-
» cheuses marquent les pointements de la base, etc... » Or ces dépressions, c'est M. de Lapparent qui me les opposait; cette base triangulaire, c'est lui qui la signalait dans son Traité de Géologie. Il était donc naturel d'attribuer l'ardeur des critiques du savant géologue au vif désir de défendre une hypothèse dont mes propres travaux faisaient ressortir l'inanité. Mais, puisque M. de Lapparent laisse de côté la théorie du tétraèdre terrestre, je me bornerai à analyser ici ses objections plus spécialement géologiques.

» 1° J'ai dit que le défaut d'attraction des mers est compensé par une plus grande épaisseur de la croûte sous-marine. M. de Lapparent croit, au contraire, qu'il serait tout aussi légitime de prétendre que ladite compensation (si elle existe, ajoute-t-il) résulte de ce que les substances lourdes, de nature volcanique, sont plus rapprochées de la surface dans les bassins maritimes ordinairement sillonnés par des traînées de bouches éruptives. Mais il est évident qu'il n'y a aucune confusion possible entre la mince puissance de ces taupinières et l'action d'un excédent d'épaisseur de la vaste croûte sous-marine, produit par le travail du refroidissement accumulé pendant des millions d'années sur les deux tiers au moins de la surface entière de la Terre. Les premières ne sauraient avoir sur la figure mathématique de notre globe qu'une influence toute locale (dans sa partie sensible), comme celle du Vésuve, de l'Etna, etc., influence à peu près insignifiante au point de vue qui nous occupe.

» 2° M. de Lapparent se croit fondé à soutenir que l'écorce terrestre, loin d'offrir sous les océans un maximum d'épaisseur, doit y être, au contraire, plus mince que partout ailleurs. Et ce qui lui paraît démontrer l'extrême minceur de la croûte sous-marine, c'est la facilité avec laquelle les matières fondues se font jour sur toute la surface du Pacifique, alors qu'aucune cheminée volcanique active ne se rencontre au centre des continents. Je réponds que, si le fond du Pacifique présente des volcans alignés, cela ne tient pas à la prétendue minceur de la croûte sous-marine, mais à l'existence de lignes de rupture anciennes, sur lesquelles s'établissent en effet des traînées volcaniques, et que, si au centre des continents il n'y a pas de volcans actifs, cela ne tient pas à une épaisseur trop grande de la croûte, mais à l'absence des mers.

» 3° M. de Lapparent a beaucoup insisté, dans ses critiques, sur la faible conductibilité des roches et il me rappelle que j'ai négligé de lui répondre à ce sujet. C'est un point indiscutable que l'extrême lenteur avec laquelle la chaleur centrale traverse ces roches; mais il n'est pas moins certain que,

malgré cette faible conductibilité, la chaleur centrale passe incessamment et que ce passage produit, dans la suite des temps qui se comptent par des millions d'années, le grand phénomène du refroidissement du globe auquel on attribue les grandes évolutions géologiques, sans qu'on ait pu, jusqu'en ces derniers temps, préciser les actions mécaniques qui en résultent, faute d'avoir remarqué l'influence des mers sur la marche du refroidissement. La question est de savoir si, par le fait que sur les deux tiers de la surface terrestre une couche épaisse d'une lieue et demie de roches peu conductrices est remplacée par une égale couche d'eau, il n'y aura pas de différence dans le refroidissement des deux régions. Quand on songe, d'une part, à l'épaisseur et au peu de conductibilité de la première couche et, d'autre part, à la facilité avec laquelle des courants de convection s'établissent au sein des liquides chauffés par en bas, il suffit, je crois, d'énoncer la question pour la résoudre, comme je l'ai fait.

» 4° Enfin M. de Lapparent m'oppose les phénomènes de sédimentation qui se produisent sur le bord des Océans, tandis que la région centrale ne reçoit presque aucun dépôt. Heureusement pour moi qui ne saurais traiter à fond de telles questions de Géologie, j'ai un répondant dont on ne contestera pas la haute compétence. La théorie de ces phénomènes, si bien étudiés par M. le professeur Hall, d'Albany, a été largement indiquée par M. le Président de l'Association britannique pour l'avancement des Sciences dans son grand discours d'ouverture, à Birmingham, sur la Géologie de l'Atlantique. Loin d'y voir une objection à mes idées, William Dawson s'est exprimé comme il suit, devant l'assemblée des savants anglais ([1]) :

» Depuis longtemps l'attention des savants a été dirigée sur ces phénomènes qui démontrent clairement le rapport existant entre ces dépôts sédimentaires et les affaissements de la croûte terrestre.

» Nous devons à un physicien français, M. Faye, une importante théorie à ce sujet. D'après ce savant, le refroidissement et, par suite, l'épaississement de la croûte terrestre se propagent bien plus vite et bien plus profondément sous les mers que sous les continents, grâce à l'afflux continuel des masses d'eau glacées sans cesse renouvelées. Et comme cet état de choses dure depuis que les pôles de froid se sont établis sur notre globe, c'est-à-dire depuis des millions d'années, il faut que la croûte terrestre ait acquis sous les mers une bien plus grande épaisseur et plus de densité que sous les continents.

» Cette théorie, ajoute l'honorable Président, vient compléter celle du professeur Hall.

([1]) La traduction de cet important discours a été publiée dans la *Revue scientifique,* numéros des 9 et 16 octobre 1886.

» Je saisis cette occasion pour rappeler que le phénomène en question, si frappant depuis l'apparition des froids polaires, en ce que le fond des Océans se trouve maintenu indéfiniment à la température de la glace fondante, tandis que sous les continents, à la même profondeur, on trouverait une température de 250°, ce phénomène, dis-je, a dû exister même à l'époque où une chaleur tropicale régnait par toute la Terre; seulement le fond des mers était alors à une température de 20° à 25°, tandis qu'à la même profondeur, sous les terres émergées, on aurait rencontré une température bien supérieure à 250°. Ainsi cette loi si simple de l'inégal refroidissement du globe s'étend au delà de l'époque astronomico-géologique où les saisons ont commencé à l'établir. Elle a présidé, dès le début de la formation des bassins océaniques, à toute la série des évolutions géologiques particulières à notre globe. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches thermiques sur les réactions entre l'ammoniaque et les sels magnésiens;* par M. Berthelot.

« 1. Pour mieux définir les déplacements réciproques entre l'ammoniaque, la magnésie, les oxydes et composés complexes résultant de l'association de ces deux bases, ainsi que les équilibres qui président à ces déplacements, il m'a paru utile de mesurer l'énergie mise en jeu, c'est-à-dire la chaleur dégagée dans certains cas caractéristiques. Ces mesures attestent, en conformité avec les faits connus et avec ceux que nous avons publiés, M. André et moi, la formation avec la magnésie de composés spéciaux, analogues à ceux que l'ammoniaque contracte avec les autres sels et oxydes des métaux de la série dite *magnésienne*, tels que le cuivre, le zinc et congénères. Je me suis limité aux réactions développées par l'acide chlorhydrique, l'acide sulfurique et par l'acide phosphorique : ce sont là des cas caractéristiques.

» 2. Soient d'abord le sulfate de magnésie et le chlorure de magnésium; comparons les actions de la soude et de l'ammoniaque sur ces sels, en commençant par la soude.

» $SO^4Mg\,(1^{éq} = 2^{lit}) + NaO\,(1^{éq} = 2^{lit})$, à 11°. — Dans les premiers moments du mélange, il se dégage $+ 0^{Cal},09$; mais le dégagement de chaleur se poursuit en se ralentissant de plus en plus. Après 10 minutes, on a trouvé $+ 0^{Cal},57$. Ces dégagements successifs tiennent à deux causes : d'une part, le précipité formé n'est pas de la magnésie pure; mais il renferme quelque dose de sel basique, susceptible d'éprouver à la longue

une décomposition plus complète ; d'autre part, la cohésion du précipité, peut-être aussi son hydratation, se modifient peu à peu. Le thermomètre donne la résultante de ces changements progressifs.

» Le nombre initial, $+ 0^{Cal},09$, ne s'écarte guère du chiffre obtenu par M. Thomsen dans la réaction de la potasse ($- 0,09$, à 18°) ; mais ce savant a regardé le précipité obtenu comme de la magnésie pure et arrivée à un état constant, tandis que c'est en réalité un sel basique, à l'état de transformation lente.

» Quoi qu'il en soit, les expériences faites par divers auteurs (Favre et Silbermann, Ditte, etc.) au moyen de l'hydrate de magnésie montrent qu'il existe peu de différence entre la chaleur de neutralisation réelle et le nombre obtenu par précipitation. Il est donc permis d'en conclure que la chaleur dégagée par l'union de l'acide sulfurique étendu et de l'hydrate de magnésie est fort voisine de la chaleur dégagée par les alcalis proprement dits, ainsi que Hess, Andrews et Graham l'avaient déjà constaté. Le nombre $+ 15^{Cal},6$, ou le nombre $+ 15^{Cal},1$, peut être adopté, selon que l'on s'en réfère à l'état initial ou consécutif du précipité.

» Le chlorure de magnésium et la soude se comportent d'une manière analogue :

$$MgCl(1^{éq} = 2^{lit}) + NaO(1^{éq} = 2^{lit}), \text{ à } 10^{o},4.$$

» Dans les premiers moments : $- 0^{Cal},16$; puis il se dégage de la chaleur, $+ 0^{Cal},16$; le résultat final, après quelques minutes, étant nul. — D'où résulte la chaleur de neutralisation $+ 13^{Cal},5$ ou $+ 13^{Cal},7$.

» 3. D'après ces données, l'action de l'ammoniaque sur le sulfate de magnésie, si elle produisait l'échange pur et simple des bases, devrait donner lieu à une absorption de $- 1^{Cal},5$, en adoptant le premier des nombres ci-dessus. Or, d'après l'expérience directe,

$$SO^4Mg(1^{éq} = 2^{lit}) + AzH^3(1^{éq} = 2^{lit}), \text{ à } 11^{o} \ldots\ldots\ldots \quad - 0^{Cal},12.$$

» Il y a précipitation partielle, avec formation de sels basiques et d'oxydes doubles, les uns solubles, les autres insolubles. Le nombre observé, comparé à l'évaluation précédente, montre que la formation de ces sels et oxydes complexes dégage $+ 1^{Cal},4$; chiffre relativement considérable, et qui rend compte du changement survenu dans la nature des phénomènes.

» De même avec le chlorure de magnésium :

$$MgCl(1^{éq} = 2^{lit}) + AzH^3(1^{éq} = 2^{lit}), \text{ à } 10^{o},4 \ldots\ldots\ldots \quad - 0^{Cal},24.$$

» La formation des sels doubles et oxydes complexes dégage dès lors $+1^{Cal},1$ environ.

» 4. Il est facile de donner aux phénomènes plus de netteté en ajoutant aux systèmes du chlorhydrate d'ammoniaque, de façon à permettre à la magnésie de se saturer en totalité, en formant des sels doubles solubles, ainsi que le savent tous les analystes. Voici les phénomènes thermiques correspondants :

$SO^4Mg(1^{éq}=2^{lit}) + AzH^3, HCl(1^{éq}=2^{lit})$, à $11°$, dégage.. $+0^{Cal},16$
On ajoute alors : $AzH^3(1^{éq}=2^{lit})$.................. $+0^{Cal},13$
} $+0^{Cal},29$

» On voit ici que l'ammoniaque, au lieu de déplacer la magnésie, forme, au contraire, avec elle un oxyde complexe, qui s'associe aux acides mis en présence, avec un dégagement de chaleur supérieur de $+0^{Cal},29$ à la somme des chaleurs dégagées par ces mêmes acides, mis séparément en présence de ces deux bases.

» De même :

$MgCl(1^{éq}=2^{lit}) + AzH^3(1^{éq}=2^{lit})$, à $10°,4$, absorbe ... $-0^{Cal},24$
On ajoute $AzH^3, HCl(1^{éq}=2^{lit})$, ce qui dégage . $+0^{Cal},28$
} Somme $+0,04$

» La liqueur devient parfaitement claire. L'oxyde complexe, ammoniaco-magnésien, s'associe cette fois à l'acide chlorhydrique en dégageant sensiblement la même quantité de chaleur que la magnésie, unie à l'acide chlorhydrique. Quant à l'action même du chlorhydrate d'ammoniaque sur le chlorure de magnésium, que l'on pourrait être tenté d'invoquer, elle ne dégage qu'une quantité de chaleur négligeable, avec les sels dissous, car :

$AzH^3, HCl(1^{éq}=2^{lit}) + MgCl(1^{éq}=2^{lit})$, à $10°,4$.................. $+0^{Cal},026$

» De même :

$SO^4H, AzH^3(1^{éq}=2^{lit}) + SO^4Mg(1^{éq}=2^{lit})$, à $10°,4$.............. $+0^{Cal},00$

» 5. On peut contrôler ces résultats par une autre voie, en faisant agir la soude et l'ammoniaque successivement sur le sulfate magnésien, ou sur le chlorure de magnésium, avec ou sans le concours du chlorhydrate d'ammoniaque,

$SO^4Mg(1^{éq}=2^{lit}), + NaO(1^{éq}=2^{lit})$, à $11°$, après dix minutes... $+0^{Cal},57$
On ajoute : $AzH^3(1^{éq}=2^{lit})$................................ $+0^{Cal},00$
}

» Cependant, il y a action : car le précipité se redissout en grande par-

tie; et le fait que cette redissolution ne donne pas lieu à une absorption de chaleur indique la compensation de deux effets, attribuables, l'un à la liquéfaction du solide, l'autre à sa combinaison avec le liquide qui le renfermait.

» De même l'ammoniaque ajoutée après la réaction de la soude sur le chlorure de magnésium, chaque corps étant dissous dans 2 litres par équivalent, n'a donné lieu qu'à un effet thermique insignifiant.

» Si l'on opère en ordre inverse :

$$\left.\begin{array}{ll} SO^4Mg(1^{éq}=2^{lit})+AzH^3(1^{éq}=2^{lit}), \text{ à } 11^\circ \ldots\ldots\ldots\ldots & -0^{Cal},12 \\ +NaO(1^{éq}=2^{lit}) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & +1^{Cal},07 \end{array}\right\} +0^{Cal},95$$

» Le dégagement de chaleur est plus considérable; sans doute, parce que l'état final du précipité n'est pas le même, à cause de l'ordre suivi dans le mélange : il n'atteindrait cette identité qu'après un temps bien plus long. Mais la différence entre le nombre observé ici et celui qui résulte de l'action simple de la soude sur le sulfate de magnésie atteste une fois de plus l'existence des composés complexes, résultant de la réaction de l'ammoniaque ajoutée sur la magnésie.

» 5. Faisons maintenant intervenir le chlorhydrate d'ammoniaque.

» Employons seulement 1 équivalent de ce sel :

$$\left.\begin{array}{ll} SO^4Mg(1^{éq}=2^{lit})+AzH^3,HCl(1^{éq}=2^{lit}) \ldots\ldots & +0^{Cal},12 \\ \text{On ajoute } NaO(1^{éq}=2^{lit}), \text{ à } 11^\circ \ldots\ldots\ldots\ldots & +1^{Cal},70 \end{array}\right\} +1^{Cal},82$$

Il subsiste un précipité, peu abondant d'ailleurs.

» Le chiffre observé surpasse celui qui répondrait au déplacement simple de l'ammoniaque dans son chlorhydrate par la soude ($+1^{Cal},3$); lequel d'ailleurs est le même, en principe, que ce déplacement ait lieu directement, ou bien en deux phases : la magnésie étant déplacée d'abord par la soude et puis agissant sur le sel ammoniac. Il ne s'agit donc pas d'un déplacement aussi simple dans la réaction réelle, et les chiffres observés fournissent une nouvelle preuve de l'énergie spéciale, mise en jeu par la combinaison de l'ammoniaque avec la magnésie.

» Le résultat est plus net encore en doublant la dose du chlorhydrate d'ammoniaque, de façon à rendre possible la formation du chlorure double de magnésium et d'ammonium et, par suite, à empêcher toute formation de précipité.

$$\left.\begin{array}{ll} SO^4Mg(1^{éq}=2^{lit})+2[AzH^3,HCl](1^{éq}=1^{lit}), \text{ à } 12^\circ \ldots & +0^{Cal},12 \\ \text{On ajoute } NaO(1^{éq}=2^{lit}) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & +1^{Cal},83 \end{array}\right\} +1^{Cal},95$$

» La liqueur demeure parfaitement claire.

» Ici encore, l'observation donne un excès de $+0^{Cal},6$ sur la chaleur répondant à la simple décomposition du sel ammoniac pur par la soude; cet excès représente la chaleur de formation du sulfate de la base complexe ammoniaco-magnésienne; car les solutions aqueuses des divers sulfates ou chlorures neutres des bases simples employées ici ne donnent lieu par leur mélange qu'à des phénomènes thermiques insignifiants, ainsi que je l'ai établi plus haut.

» De même avec le chlorure de magnésium :

$MgCl(1^{éq}=2^{lit})+2[AzH^3, HCl](1^{éq}=1^{lit})$, à 10° .... $-0^{Cal},06$

On ajoute $NaO(1^{éq}=2^{lit})$ .... $+1^{Cal},81$

au lieu de $+1,3$. L'excès est de $+0,50$; il existe donc pareillement et répond au chlorure de la base complexe.

» 6. L'ensemble de ces observations concourt à définir l'action de l'ammoniaque sur les sels magnésiens; il précise les conditions analytiques qui permettent la séparation de la magnésie avec les autres sels alcalino-terreux. Il montre surtout que la base complexe ammoniaco-magnésienne dégage en s'unissant soit à l'acide sulfurique, soit à l'acide chlorhydrique, une quantité de chaleur supérieure de $+1^{Cal},8$ environ à l'ammoniaque pure, de $+0,3$ à peu près à la magnésie pure, et fort voisine de la chaleur dégagée par la potasse et par la soude.

» Ainsi l'association d'un oxyde métallique, tel que la magnésie, avec l'ammoniaque donne lieu à la formation d'un alcali complexe, analogue aux oxydes de tétraméthylammonium, doué d'une énergie supérieure à celle de l'oxyde métallique et comparable à celle des alcalis les plus puissants. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Rappel de l'observation d'une matière incandescente, en fusion, tombée d'un nuage orageux; à l'occasion de la dernière Note de M.* St. Meunier; par M. A. **Trécul.**

« Dans la dernière séance de l'Académie (p. 837 de ce Volume), M. St. Meunier a fait une Communication du plus haut intérêt. Il a décrit des échantillons d'une substance qui lui fut envoyée de Luchon par M. Maurice Gourdon, avec l'étiquette de *Fulgurites*. Ces échantillons « sont en » forme de gouttes et d'enduits translucides, brunâtres, à éclat vitreux et

» de texture bulleuse. Mais, au lieu de varier avec la substance qui les
» supporte et dont les vraies fulgurites ne sont que des produits de fusion,
» ils restent identiques à eux-mêmes sur des schistes et sur des calcaires;
» bien plus, sur des écorces d'arbres! »

» Bien que l'habitant de Luchon, qui les a signalés, dise avoir vu tomber la foudre à 20^m de lui, M. St. Meunier doute que cette matière, dont il a étudié avec soin les propriétés, et qu'il trouve de nature résineuse, soit le produit du tonnerre. Il dit en terminant :

» Une autre supposition, toutefois, quant à l'origine de la résine que je viens d'étudier, serait de la rattacher non à un coup de foudre, mais à l'explosion d'un bolide. Dans de nombreux récits on a mentionné à la suite de ces météores la chute de substances plus ou moins visqueuses, qui figurent seulement dans les catalogues, mais qu'on chercherait en vain dans les collections. Ce ne serait pas la première fois que des corps météoriques auraient d'abord été considérés comme dérivant du tonnerre.

» Je crois, à cet égard, devoir rappeler une Communication que j'ai faite à l'Académie en 1881 (*Comptes rendus,* t. XCII, p. 775), laquelle concerne un fait susceptible de jeter de la lumière sur cette importante question. En tout cas, mon observation montre qu'il peut exister dans les nuages orageux une matière incandescente, en fusion, et qui, à un moment donné, peut tomber à la surface du sol, en se divisant en gouttes ou en globules de volumes variables.

» Je vais reproduire textuellement mon observation intitulée : *Cas remarquable de tonnerre en boule,* etc.

» Le 25 août 1880, ..., pendant un orage avec tonnerre et éclairs, je vis, en plein jour, sortir d'un nuage sombre un corps lumineux, très brillant, légèrement jaune, presque blanc, de forme un peu allongée, ayant en apparence $0^m,35$ à $0^m,40$ de longueur, sur environ $0^m,25$ de largeur, avec les deux bouts brièvement atténués en cône.

» Ce corps ne fut visible que pendant quelques instants; il disparut en paraissant rentrer dans le nuage; mais en se retirant, et c'est là surtout ce qui me semble mériter d'être signalé, il abandonna une petite quantité de sa substance, *qui tomba verticalement comme un corps grave,* comme si elle eût été sous la seule influence de la pesanteur. Elle laissa derrière elle une traînée lumineuse, aux bords de laquelle étaient manifestes des étincelles ou plutôt des globules rougeâtres, car leur lumière n'était pas radiante. Près du corps tombant, la traînée lumineuse était à peu près en ligne droite (verticale), tandis que dans la partie supérieure elle devenait sinueuse. Le petit corps tombant se divisa pendant sa chute et s'éteignit bientôt après, lorsqu'il était sur le point d'atteindre le haut de l'écran formé par les maisons. A son départ et au moment de sa division, aucun bruit ne fut perçu, bien que le nuage ne fût pas éloigné.

» Ce fait me paraît surtout intéressant en ce qu'il dénotait incontestablement dans le nuage la présence d'une *matière pondérable,* qui ne fut point projetée violemment par une explosion, comme celle qui a lieu dans les bolides, ni accompagnée par une décharge électrique bruyante.

» Il ne saurait être ici question d'un bolide, attendu que la matière incandescente est certainement sortie du nuage, où elle est ensuite rentrée. Je ne l'en ai pas vue sortir de nouveau plus tard. Il est encore à remarquer que, malgré la puissance lumineuse de cette masse, celle-ci était tout à fait invisible dans l'intérieur du nuage, tant ce dernier était obscur.

» Il peut donc exister dans certains nuages orageux une matière en fusion, incandescente, qui peut tomber sur le sol, en se divisant dans l'atmosphère qu'elle traverse. Quoique, dans le cas dont il s'agit ici, la chute du corps n'ait pas été accompagnée du bruit du tonnerre, il me semble que le fait que je viens de rappeler peut être rapproché de celui qui fut signalé par l'habitant de Luchon, et qu'il est bien probable que la matière résineuse, si bien étudiée par M. St. Meunier, provient, non d'un bolide, mais du tonnerre en boule, tombé pendant l'orage comme l'a cru ledit habitant de Luchon.

» Je crois que les deux observations se complètent réciproquement. J'ai vu la matière tombée sortir d'un nuage obscur, sans avoir pu la recueillir. A Luchon, M. Gourdon a recueilli les produits de la chute, sans avoir par lui-même constaté leur provenance. »

RAPPORTS.

CHIMIE. — *Rapport fait, au nom de la Section de Chimie, sur les recherches de M.* Moissan *relatives à l'isolement du fluor;* par M. **Debray**, Rapporteur.

« L'Académie des Sciences a reçu de M. Moissan, professeur agrégé à l'École de Pharmacie, plusieurs Communications relatives à l'électrolyse de l'acide fluorhydrique. Ces Communications ont été renvoyées à l'examen de la Section de Chimie qui m'a chargé de faire connaître son opinion sur les expériences que le jeune et savant chimiste a faites devant elle, et sur l'interprétation qu'il leur a donnée.

» A coup sûr, ces expériences ont fait faire un pas décisif à la question de l'isolement du fluor; mais, pour apprécier le mérite d'un travail, il est

nécessaire d'en connaître le point de départ. On me permettra même de remonter aux origines, d'ailleurs peu anciennes, de la question et d'indiquer rapidement la part que divers chimistes ont prise à son avancement.

» Les travaux de Scheele, au dernier siècle, et ceux de Gay-Lussac et Thenard, dans les premières années de celui-ci, nous ont appris à préparer régulièrement l'acide fluorhydrique. Il résulte de l'action de l'acide sulfurique sur le spath fluor. Mais ce n'est qu'en 1813 que Davy en fit connaître la nature. Dans un Mémoire très important, il démontra, contrairement à l'opinion reçue à cette époque, que l'acide du fluor, l'*acide fluorique*, comme on l'appelait alors, ne contenait pas d'oxygène comme l'acide sulfurique (par exemple), mais qu'il fallait l'envisager, ainsi que l'acide chlorhydrique, comme une combinaison d'un radical analogue au chlore uni à l'hydrogène. C'était, comme Davy le dit lui-même, la confirmation d'une vue d'Ampère sur les composés du fluor.

» Davy devait nécessairement songer à isoler le fluor (le *fluorine*, comme on disait alors). Il l'a essayé de diverses manières, mais, tout d'abord, par l'action du courant électrique, à l'aide duquel il avait isolé les métaux alcalins, quelques années auparavant.

» J'entrepris, dit-il, d'électriser l'acide fluorique (1) liquide pur avec d'autant plus d'espoir de succès que cette expérience paraissait offrir la méthode la plus probable de constater la véritable nature de cette substance, mais des difficultés considérables se rencontrèrent dans l'exécution de ce procédé. L'acide fluorique détruit immédiatement le verre et toutes les substances animales et végétales. Il agit sur tous les corps qui contiennent des oxydes métalliques. A l'exception des métaux, du charbon de bois, du phosphore, du soufre, et de certaines combinaisons de chlorine (de chlore), je ne connais pas de substance qu'il ne dissolve ou qu'il ne décompose promptement.

» ... J'essayai de faire des tubes de soufre, de chlorure de plomb et de cuivre, renfermant des fils de métal à l'aide desquels cette substance pût être électrisée, mais mes tentatives à cet égard furent sans succès. Je parvins néanmoins à percer un morceau d'argent corné (chlorure d'argent) de manière à pouvoir souder dans l'intérieur un fil de platine, au moyen d'une lampe à esprit-de-vin; puis le renversant dans une capsule de platine remplie d'acide fluorique liquide, je trouvai le moyen de soumettre le fluide à l'action de l'électricité, de manière à pouvoir recueillir, dans des expériences successives, le fluide élastique qui se produirait. En opérant de cette manière, avec un très faible appareil voltaïque, et en le tenant froid au moyen d'un appareil frigorifique, je m'assurai que le fil de platine, au pôle positif, était corrodé promptement et qu'il se couvrait d'une poudre couleur de chocolat. La matière gazeuse fut séparée au pôle

(1) Aujourd'hui fluorhydrique.

négatif. Jamais je ne pus l'obtenir en quantité suffisante pour l'analyser avec exactitude, mais elle s'enflammait comme l'hydrogène. Aucune autre matière inflammable ne fut produite quand l'acide était pur....

» J'essayai d'électriser l'acide fluorique liquide en appliquant la plombagine à la surface positive, mais cette substance fut promptement détruite; un sous-fluate de fer se déposa sur la surface négative et le liquide devint trouble et noir. J'appliquai les grandes batteries de Volta de l'Institut royal à l'acide fluorhydrique liquide, de manière à en tirer des étincelles. Dans cette circonstance, le gaz paraissait être produit aux surfaces positive et négative, mais il est probable que c'était surtout l'acide indécomposé, devenu gazeux, qui s'était dégagé à la surface positive; car pendant l'opération le fluide devint très chaud et diminua promptement.

» L'atmosphère environnante était tellement remplie de vapeurs d'acide fluorique, qu'il fut extrêmement difficile d'examiner les résultats de ces expériences. L'action dangereuse de ces fumées a été décrite par MM. Gay-Lussac et Thenard. J'ai beaucoup souffert de leurs effets dans le cours de ces recherches [1].

» Interprétant ses expériences, Davy ajoute :

» La manière la plus simple de les expliquer, c'est de supposer l'acide fluorique, ainsi que l'acide muriatique, composé d'hydrogène et d'une substance jusqu'ici inconnue, sous une forme distincte, possédant, comme l'oxygène et la chlorine, l'énergie électrique négative, par conséquent portée à la surface positive et fortement attirée par les substances métalliques.

» Depuis Davy, de nombreux chimistes ont tenté d'isoler le fluor; plusieurs y ont compromis gravement leur santé, comme les frères Knox; Louyet, qui avait continué leurs recherches, avec leur appareil, y fut mortellement atteint. Il serait trop long de rappeler ici toutes ces tentatives : je ne parlerai que des principales, en commençant par celles qui ont eu pour but de décomposer par la pile l'acide fluorhydrique et les fluorures.

» Citons en passant G.-J. Knox [2] qui, pour la première fois, se servit de vases en fluorine : cette idée remonte d'ailleurs à Davy. Cette recherche n'aboutit à aucun résultat nouveau. Plus tard, Faraday [3], en opérant sur un acide plus concentré que celui de ses prédécesseurs, constata l'influence de l'eau sur la marche de l'expérience. L'eau facilite l'électrolyse de l'acide fluorhydrique. D'après lui, l'acide anhydre, si on pouvait l'obtenir tel, serait indécomposable par le courant, et l'eau seule qu'il contient est décomposée.

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 1re série, t. LXXXVIII, p. 283 et 286; 1813.
(2) *Philosophical Magazine*, vol. XVI, p. 192 (cité par Gore).
(3) Mémoire de Gore, p. 198.

» C'est la conclusion à laquelle arrivait M. Fremy dans ses belles recherches sur les fluorures (¹) :

» J'ai fait passer (dit notre éminent Confrère) un courant très énergique dans une solution concentrée de gaz fluorhydrique; l'eau a été d'abord décomposée, et ensuite le gaz fluorhydrique, résistant à l'action du courant électrique, s'est dégagé en produisant des vapeurs blanches très épaisses.

» Pour bien comprendre ce que veut dire *gaz fluorhydrique*, il faut savoir que M. Fremy venait de découvrir le moyen de préparer l'acide fluorhydrique véritablement anhydre (²). C'est un gaz à la température ordinaire, mais il est condensable, dans un mélange de glace et de sel, en un liquide très avide d'eau et qui répand à l'air « des fumées blanches dont » l'intensité ne peut être comparée qu'à celle du fluorure de bore ».

» La résistance de l'acide fluorhydrique liquide et pur ne saurait être indéfinie. Gore (³) a constaté qu'on pouvait le décomposer, mais sans arriver à isoler le fluor qui paraît se fixer sur l'électrode positive. Son travail, très étendu et très soigné, a eu surtout pour but d'étudier l'électrolyse de l'acide fluorhydrique mélangé à diverses substances destinées à lui donner de la conductibilité, et de déterminer l'influence des électrodes de nature diverse. Ses expériences ont donné lieu à des observations importantes. Gore, notamment, a vu le premier la production de l'ozone dans l'électrolyse de l'acide fluorhydrique hydraté.

» L'électrolyse de l'acide fluorhydrique n'est pas la seule que l'on puisse tenter pour séparer le fluor. M. Fremy, le premier, songea à décomposer par la pile des fluorures métalliques anhydres fondus à une température où le fluor pourrait cesser de s'unir au platine.

» De telles expériences présentent des difficultés énormes, que les chimistes seuls peuvent apprécier. Si les fluorures métalliques tels que les fluorures d'étain, de plomb et d'argent, sont fusibles et bons conducteurs de l'électricité, on ne connaît jusqu'ici aucun vase capable de résister à leur action ou à celle des produits de leur décomposition. Ainsi, la porce-

---

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLVII, p. 10; 1856.

(²) On l'obtient en décomposant par la chaleur, dans un vase de platine, le fluorhydrate de fluorure de potassium. Louyet avait cru le préparer en déshydratant l'acide fluorhydrique de Gay-Lussac et Thenard par l'acide phosphorique anhydre. Il obtint ainsi un gaz sans action sur le verre, qui est probablement un des fluorures de phosphore de M. Moissan.

(³) Gore, *Philosophical Transactions*, 1869, p. 173-200.

laine est attaquée par le fluorure lui-même, le platine est aussitôt percé par le métal mis en liberté.

» Le fluorure de calcium a été, de la part de notre savant Confrère, l'objet d'une intéressante expérience ([1]) :

» J'ai fait fondre le fluorure de calcium dans un creuset de platine, et je l'ai soumis à un courant électrique; j'ai vu se produire dans la masse une vive effervescence et se dégager, au pôle positif, un gaz attaquant le verre; il se déposait en même temps, au pôle négatif, du calcium que l'oxygène atmosphérique transformait rapidement en chaux.

» Cette expérience, importante au point de vue théorique, ne devait pas me permettre d'étudier les produits de la décomposition du spath fluor, parce que ce sel n'entre en fusion qu'à la température du feu de forge; or, à ce degré de chaleur, les observations sont difficiles à suivre, et, en outre, le creuset de platine qui contient le fluorure se trouve attaqué et ne tarde pas à être traversé par le fluorure de calcium en fusion.

» La décomposition du fluorure de potassium semblait devoir mieux se prêter à l'observation. Elle a été faite par M. Fremy dans les conditions suivantes ([2]) :

» Une cornue tubulée en platine contenait le fluorure alcalin; le sel était maintenu en fusion au moyen d'une bonne forge. Un fil de platine, d'un diamètre assez fort, communiquait avec le pôle positif de la pile et venait plonger dans le fluorure en fusion, tandis que les parois de la cornue se trouvaient en contact avec le pôle négatif.

» En mettant l'expérience en activité, on voit le fluorure alcalin se décomposer rapidement; le fil de platine qui plonge dans le fluorure est attaqué par le fluor, s'use et se transforme momentanément en fluorure de platine qui, lui-même, ne tarde pas à se décomposer par l'action de la chaleur en fournissant de la mousse de platine que l'on retrouve dans la cornue après l'expérience. Il m'a été impossible de remplacer, dans cette expérience, le fil de platine par un crayon de charbon qui, lorsqu'il est pur, se désagrège rapidement dans le fluorure... Il se dégage par le col de la cornue un gaz odorant qui décompose l'eau en produisant de l'acide fluorhydrique, et qui déplace l'iode contenu dans les iodures; ce gaz me paraît être le fluor.

» Il est inutile d'insister sur l'importance de ce résultat. C'est le premier succès obtenu dans la voie électrolytique.

» Nous abordons maintenant un autre ordre d'expériences. La solution du problème n'a pas été cherchée dans une voie unique. Plus d'un chimiste a essayé d'atteindre le but par l'intermédiaire des réactions chimi-

---

([1]) Mémoire déjà cité, p. 45.
([2]) Mémoire cité, p. 47.

ques. C'est encore à Davy qu'on doit les premiers essais dans cette nouvelle direction. Il démontra que le chlore était absorbé par les fluorures de mercure, d'argent, de potassium et de sodium. En opérant dans des cornues en verre, il obtint, en même temps qu'un chlorure, un gaz composé de fluorure de silicium et d'oxygène. La cornue se trouva corrodée jusqu'au col; Davy conclut, avec sa sagacité habituelle, que ces produits définitifs étaient dus à une réaction secondaire.

» L'explication naturelle de ces phénomènes est qu'un principe particulier, la matière acidifiante de l'acide fluorique combinée avec les métaux en est chassée par l'attraction plus forte de la chlorine (le chlore) et que ce principe, en contact avec le verre, le décompose par son attraction pour le silicium et en sépare les métaux de l'oxygène avec lequel ils étaient combinés (1).

» Il ajoute aussitôt :

» Je fis différents essais pour obtenir le principe fluorique à l'état de pureté. Je fis chauffer des fluates de potasse et de soude dans des capsules de platine, placées dans un tube de platine adapté à un vaisseau rempli de chlorine. Dans ce cas, les fluates se convertirent en muriates avec augmentation considérable de poids de la capsule, le platine fut fortement attaqué et se couvrit d'une poussière brun rougeâtre; dans l'expérience où j'employai le fluate de potasse, il se forma un composé de fluate de platine et de muriate de potasse.

» Il y eut absorption considérable de chlorine, mais il ne fut pas possible de découvrir aucune nouvelle matière gazeuse dans le gaz qui était dans le tube.

» Les frères Knox, et après eux Louyet, reprirent l'expérience de Davy relative à l'action du chlore sur les fluorures d'argent et de mercure. Pour éviter la corrosion du verre ou du platine par le fluor, ils employaient des appareils en spath fluor, sur lesquels on avait fondé de grandes espérances. Le chlore était absorbé à froid en dégageant un gaz peu coloré que Louyet crut être le fluor. Mais ce savant, au lieu d'opérer sur des fluorures réellement anhydres, faisait en réalité agir le chlore sur des fluorures hydratés ou mélangés d'oxyde : c'est ce que M. Fremy a fait voir le premier dans ses belles recherches sur les fluorures.

» Le gaz considéré comme du fluor était « un mélange d'acide fluorhydrique, d'oxygène, et probablement de chlore ou d'acide hypochloreux (2) ».

» M. Fremy a fait voir en outre que l'action du chlore sur les fluorures

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 1re série, t. XXXVIII, p. 291.

(2) Fremy, Mémoire cité, p. 44.

anhydres était moins énergique qu'il n'avait paru à ses devanciers et que c'était à la présence de la vapeur d'eau, dont ils n'avaient pas soupçonné la présence dans le chlore ou dans le fluorure, qu'il fallait attribuer la facilité des décompositions.

» Cependant le fluorure de calcium est décomposé par le chlore *sec* à haute température, mais partiellement et avec lenteur, en donnant un gaz mélangé avec un excès de chlore, qui attaque le verre.

» Le travail de M. Fremy marque donc une date importante dans l'histoire du fluor; notre Confrère l'a manifestement séparé des fluorures, sans avoir pu néanmoins l'obtenir à un état de pureté suffisant pour pouvoir en bien constater toutes les propriétés.

» Pendant trente années, la question du fluor est restée au point où M. Fremy l'avait amenée. Elle s'est imposée de nouveau à l'attention des chimistes, le jour où M. Moissan nous a fait connaître les fluorures de phosphore et d'arsenic.

» Davy avait entrevu les fluorures de phosphore; il pensait qu'en les faisant agir sur l'oxygène sec, on obtiendrait, comme produit de leur combustion, de l'acide phosphorique anhydre, et que le fluor, incapable de se combiner à l'oxygène, serait mis en liberté. M. Moissan a vérifié que cette conjecture, en apparence si probable, n'était pas fondée; l'expérience lui a montré que l'oxygène ne sépare pas les éléments du fluorure de phosphore : il s'unit à eux pour donner un oxyfluorure analogue à l'oxychlorure de phosphore de notre regretté Confrère M. Wurtz. Tout espoir de préparer le fluor au moyen du fluorure de phosphore n'était pas perdu cependant : on pouvait peut-être y arriver par une voie indirecte.

» Dans les expériences d'électrolyse, on a vu le fluorure de platine qui s'y produit se décomposer sous l'influence d'une température élevée, comme on pouvait d'ailleurs s'y attendre. Pourquoi donc ne pas recourir à la décomposition du fluorure de platine? Parce que nous ne savons préparer ni ce fluorure ni le fluorure d'or, certainement décomposable comme lui. M. Fremy (¹) a vainement tenté de les obtenir en faisant réagir sur les oxydes d'or et de platine l'acide fluorhydrique hydraté. Mais, par une exception fâcheuse, la méthode est ici en défaut. Si l'on essaye de dessécher la matière ainsi obtenue, elle se dédouble en acide fluorhydrique et en oxyde, et ramène ainsi l'opérateur à son point de départ.

» M. Moissan ayant constaté que les fluorures de phosphore et d'arse-

(¹) Fremy, Mémoire cité, p. 14.

nic sont facilement absorbés à chaud par le platine, avec production finale de phosphure et d'arséniure de platine, crut tenir un procédé de préparation du fluorure de platine anhydre et, par suite, du fluor. En chauffant peu d'abord, l'absorption du fluorure de phosphore, par exemple, donnerait un mélange de phosphure et de fluorure de platine et, la quantité de ce dernier étant suffisante, une élévation de température pourrait en dégager le fluor. Cette expérience et d'autres analogues ont été tentées dans les conditions les plus propres à en assurer le succès, mais elles n'ont pas donné de résultats bien positifs; il est donc inutile de nous attarder à les décrire.

» Ces insuccès n'ont pas découragé M. Moissan ; il a abandonné, temporairement au moins, ces expériences très coûteuses et porté son effort d'un autre côté.

» Avec beaucoup de sagacité, il a jugé que l'expérience de la décomposition de l'acide fluorhydrique par la pile pouvait être reprise avec de sérieuses chances de succès, si l'on y apportait les modifications qu'il jugeait nécessaires.

» Je décrirai sommairement son expérience.

» M. Moissan a opéré sur l'acide fluorhydrique pur, préparé par la méthode de M. Fremy. Cet acide avait été condensé dans un tube en U en platine, dont les deux extrémités sont fermées par deux bouchons à vis. Chacun de ces bouchons est formé par un cylindre de spath fluor bien serti dans un cylindre creux de platine, dont l'extérieur porte le pas de vis. Chaque cylindre de spath fluor laisse passer en son axe un gros fil de platine iridié (à 10 pour 100 d'iridium), moins attaquable que le platine pur. Ces fils, plongeant par leur extrémité inférieure dans le liquide, servaient d'électrodes. Enfin deux ajutages en platine soudés à chaque branche du tube, un peu au-dessous des bouchons, au-dessus par conséquent du niveau du liquide, permettaient aux gaz dégagés par l'action du courant de s'échapper au dehors.

» Le tube en U plongeait à sa partie inférieure dans du chlorure de méthyle, dont on activait l'évaporation par un courant d'air sec. On maintenait ainsi l'acide fluorhydrique liquide à une température toujours inférieure à $-23°$ (température d'ébullition normale du chlorure) et pouvant atteindre $-50°$, température facile à maintenir par le passage d'un courant d'air dans ce liquide. Comme l'acide fluorhydrique anhydre est mauvais conducteur de l'électricité, on le rend propre à l'électrolyse en lui ajoutant un peu de fluorhydrate de fluorure de potassium, facile à obtenir

sans trace d'eau. Vingt éléments de Bunsen suffisent alors pour obtenir la décomposition du liquide soumis à l'électrolyse. Un ampère-mètre placé dans le circuit permet de se rendre compte de l'intensité du courant.

» Avec une telle disposition d'appareil, l'opérateur est mis dans une large mesure à l'abri des effets funestes de l'acide fluorhydrique, et cet acide se trouve également soustrait à l'action hydratante de l'air atmosphérique et des anciens mélanges réfrigérants. Ceux-ci sont d'ailleurs avantageusement remplacés par le chlorure de méthyle au point de vue de la constance et de l'intensité de leurs effets. Aussi l'électrolyse a-t-elle pu facilement être maintenue durant deux ou trois heures, ce qui permet à l'observateur de s'assurer de la constance des effets observés.

» Voici les résultats de cette expérience. M. Moissan obtient : au pôle négatif de son appareil, un dégagement régulier d'*hydrogène* (de $1^{lit},5$ à 2^{lit} par heure) entraînant un peu d'acide fluorhydrique; au pôle positif, un dégagement aussi notable d'un gaz possédant les propriétés suivantes :

» Il est absorbé complètement par le mercure avec production de protofluorure de mercure jaune clair.

» Il décompose l'eau à froid en donnant un dégagement d'ozone.

» Le phosphore s'enflamme dans ce gaz en fournissant du fluorure de phosphore; le soufre s'échauffe, fond rapidement, et peut même s'y enflammer; l'iode s'y transforme, avec une flamme pâle, en un produit gazeux à peu près incolore; l'arsenic et l'antimoine en poudre y brûlent avec incandescence. Le silicium cristallisé prend feu au contact de ce gaz et brûle avec éclat en donnant du fluorure de silicium; le bore adamantin y brûle avec plus de difficulté. Le carbone semble sans action.

» Le fer et le manganèse en poudre y brûlent avec étincelles; il attaque avec violence la plupart des corps organiques; l'alcool, l'éther, la benzine, l'essence de térébenthine, le pétrole prennent feu à son contact; un morceau de liège, placé auprès de l'extrémité de l'ajutage de platine par lequel le gaz se dégage, se carbonise rapidement et s'enflamme.

» Ajoutons que le chlorure de potassium fondu est attaqué à froid avec dégagement de chlore.

» Bornons-nous à citer ces expériences dont votre Commission a reconnu la parfaite exactitude, et arrivons à leur interprétation.

» Dans sa Note du 28 juin 1886, M. Moissan indique, sans se prononcer à cet égard, les trois hypothèses que l'on peut faire sur la nature du gaz dégagé dans l'électrolyse de l'acide fluorhydrique.

» On peut admettre qu'on se trouve en face du fluor, ou bien d'un per-

fluorure d'hydrogène, ou enfin d'un mélange d'acide fluorhydrique et d'ozone assez actif pour expliquer l'action si énergique que ce gaz exerce, sur le silicium cristallisé par exemple.

» La troisième hypothèse suppose que, dans ses expériences, M. Moissan a eu constamment de l'eau en présence de l'acide fluorhydrique; il la rejette pour les raisons suivantes [1] :

» Si l'acide fluorhydrique renferme une petite quantité d'eau, soit par manque de soin, soit qu'on l'ait ajoutée avec intention, il se dégage tout d'abord au pôle positif de l'ozone qui n'exerce aucune action sur le silicium cristallisé. Au fur et à mesure que l'eau contenue dans l'acide est ainsi décomposée, on remarque (grâce à l'ampère-mètre) que la conductibilité du liquide décroît rapidement. Avec de l'acide fluorhydrique absolument anhydre, le courant ne passe plus. Dans plusieurs de nos expériences, nous sommes arrivé à obtenir un acide anhydre tel qu'un courant de 25 ampères était totalement arrêté.

» Nous nous sommes assuré par des expériences directes, faites au moyen d'ozone saturé d'acide fluorhydrique, qu'un semblable mélange ne produit aucune des réactions décrites précédemment. Il en est de même de l'acide fluorhydrique gazeux.

» Dans sa dernière Note, M. Moissan rejette également la seconde hypothèse pour une raison péremptoire. Le gaz dégagé au pôle positif ne renferme pas d'hydrogène; le fer l'absorbe en totalité en donnant du fluorure de fer, en petits cristaux d'un blanc légèrement verdâtre, si l'on a pris soin d'éliminer la petite quantité de vapeurs d'acide fluorhydrique entraîné par le gaz, en le faisant passer à travers une petite colonne de fluorure de potassium anhydre. L'opération se fait dans un tube de platine, dans une atmosphère d'acide carbonique, où il serait facile de retrouver l'hydrogène dégagé.

» On trouvera dans le Mémoire de M. Moissan le détail de ces expériences délicates. Elles nous paraissent justifier sa conclusion finale. « Le » gaz que l'électrolyse dégage de l'acide fluorhydrique anhydre est donc bien » le fluor. »

» L'histoire de ce corps, si difficile à étudier, entre dans une phase nouvelle. Nous pouvons maintenant agir directement sur le fluor et aborder ainsi l'étude de questions importantes, réputées insolubles jusqu'ici. Le travail de M. Moissan, par la difficulté du sujet traité, et par l'importance du résultat obtenu, mérite donc tous nos éloges. La Section de

---

[1] Communication du 19 juillet 1886.

Chimie demande, en conséquence, à l'Académie de vouloir bien en ordonner l'insertion dans le *Recueil des Mémoires des Savants étrangers.* »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Miguel de Folly** soumet au jugement de l'Académie un travail sur les intervalles harmoniques.

(Renvoi à l'examen de M. Cornu.)

M. **Lentz** adresse de Boulay, près de Metz, un Mémoire « Sur la cause, l'origine et l'essence réelle du choléra ».

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

M. **P. Launette** transmet un nouveau complément au travail qu'il a adressé sur les causes des maladies de la vigne.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une Monographie des *Scalidæ* vivants et fossiles, par M. *E. de Boury*. Ire Partie : Sous-genre *Crisposcala*. (Présenté par M. Hébert.)

2° Deux brochures de M. *Prosper de Lafitte* portant pour titres : « Étude sur la société *les Prévoyants de l'avenir* » et « Sur le nombre de retraités que doit prévoir une société de secours mutuels ». (Présentées par M. Bouquet de la Grye.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète* (261), *faites à l'observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest*); par M. G. Bigourdan. Communiquées par M. Mouchez.

« Cette planète a été découverte par M. Peters, à Clinton, le 31 octobre 1886. A cette date et à $13^h 56^m,0$ (temps moyen de Clinton), elle occupait la position suivante :

Æ..................	$1^h 40^m 0^s,0$
Déclinaison.........	$+4°29'13''$

Dates. 1886.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Planète — ✶. Æ.	Planète — ✶. Déclinaison.	Nombre de compar.
			m s	′ ″	
Nov. 2......	*a* 3179 Lalande.	8,5	+0.27,07	—2.36,5	6:6
2......	*a* Id.	»	+0.26,71	—2.37,4	12:8
5......	*b* 621 Weisse₁ 1^h.	9	—0.13,98	+5.58,4	8:8
5......	*b* Id.	»	—0.15,24	+5.54,2	8:8
6......	*b* Id.	»	—1. 5,49	+2.40,0	18:12

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1886.	Étoiles de comp.	Ascension droite moy. 1886,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1886,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Nov. 2.....	*a*	1.38. 3,34	+3,32	+4.25.18,4	+15,2	Obs. Paris (5 Æ et 2 décl.).
5.....	*b*	1.36. 0,81	+3,32	+4. 5.47,5	+15,2	Weisse₁.
6.....	*b*	1.36. 0,81	+3,32	+4. 5.47,5	+15,2	Id.

Positions apparentes de la planète.

Dates. 1886.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Nov. 2...	9.18.45	1.38.33,73	$\bar{1},181_n$	+4.22.57,1	0,793
2...	9.31.44	1.38.33,37	$\bar{1},118_n$	+4.22.56,2	0,792
5...	10.48.12	1.35.50,15	$\bar{2},333$	+4.12. 1,1	0,792
5...	11.19.35	1.35.48,89	$\bar{2},873$	+4.11.56,9	0,792
6...	10.51.44	1.34.58,64	$\bar{2},553$	+4. 8.42,7	0,792

» Remarque. — *Novembre* 2. La planète est de 12ᵉ grandeur. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe étendue de transcendantes uniformes.* Note de M. **H. Poincaré**, présentée par M. Jordan.

« Soient

$$x_1 = \varphi_1(u), \qquad x_2 = \varphi_2(u), \qquad \ldots, \qquad x_n = \varphi_n(u)$$

n fonctions uniformes d'une variable u. Soit m un nombre quelconque, mais de module plus grand que 1. Soit ensuite

$$x'_1 = \varphi_1(mu), \qquad x'_2 = \varphi_2(mu), \qquad \ldots, \qquad x'_n = \varphi_n(mu).$$

» Nous disons que ces fonctions φ admettent un théorème de multiplication, si l'on a

$$(1) \qquad \begin{cases} x'_1 = F_1(x_1, x_2, \ldots, x_n), \\ x'_2 = F_2(x_1, x_2, \ldots, x_n), \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ x'_n = F_n(x_1, x_2, \ldots, x_n), \end{cases}$$

les fonctions F étant rationnelles.

» Donnons-nous arbitrairement les fonctions F et proposons-nous de rechercher s'il existe des fonctions uniformes φ qui satisfassent aux relations (1). Pour cela les fonctions F devront satisfaire à certaines conditions qui s'aperçoivent immédiatement. Imaginons que les fonctions φ doivent toutes s'annuler avec u. Alors les fonctions F s'annuleront avec les x. Si donc on développe les F suivant les puissances croissantes des x, le développement commencera par des termes du premier degré. On peut toujours supposer que les termes du premier degré de F_i se réduisent à $\lambda_i x_i$; car, si cela n'était pas, on n'aurait qu'à faire subir aux x un changement linéaire de variables. Nous écrirons donc

$$(2) \quad x'_1 = \lambda_1 x_1 + \Theta_1, \qquad x'_2 = \lambda_2 x_2 + \Theta_2, \qquad \ldots, \qquad x'_n = \lambda_n x_n + \Theta_n,$$

les Θ étant des fonctions rationnelles des x dont le développement commence par des termes du second degré.

» Il faut alors qu'un au moins des λ, λ_1 par exemple, soit égal à m.

» 1° Supposons d'abord que tous les λ soient égaux à m,

$$\lambda_1 = \lambda_2 = \ldots = \lambda_n = m,$$

et proposons-nous de trouver n séries

$$(3)\quad \begin{cases} x_1 = \alpha_1 u + \beta_1 u^2 + \gamma_1 u^3 + \ldots, \\ x_2 = \alpha_2 u + \beta_2 u^2 + \gamma_2 u^3 + \ldots, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ x_n = \alpha_n u + \beta_n u^2 + \gamma_n u^3 + \ldots \end{cases}$$

qui satisfassent formellement aux équations (2).

» On reconnaîtrait sans peine qu'il en existe une infinité et que l'on peut même choisir arbitrairement les n coefficients de u,

$$\alpha_1, \quad \alpha_2, \quad \ldots, \quad \alpha_n.$$

» Comparons maintenant ces séries aux séries (3 *bis*), auxquelles conduisent les équations

$$(2\,bis)\quad \begin{cases} x'_1 = |m|\, x_1 + \dfrac{|m|\, b S^2}{1 - bS}, \\ x'_2 = |m|\, x_2 + \dfrac{|m|\, b S^2}{1 - bS}, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ x'_n = |m|\, x_n + \dfrac{|m|\, b S^2}{1 - bS}, \end{cases}$$

$$S = x_1 + x_2 + \ldots + x_n.$$

» On pourra prendre b assez grand pour que chaque terme du développement de $\frac{|m|\, bS^2}{1 - bS}$ soit positif et plus grand que les termes correspondants de Θ_1, de Θ_2, ..., de Θ_n. Dans ces conditions, chaque terme des séries (3) sera plus petit que le terme correspondant des séries (3 *bis*). Or il est aisé d'obtenir ces dernières, qui sont des fonctions rationnelles très simples.

» Les séries (3 *bis*) et, par conséquent, les séries (3) sont donc convergentes. Il existe donc des fonctions qui satisfont aux équations (2); je dis qu'elles sont uniformes. En effet, si elles le sont dans un cercle de rayon ρ, elles le seront dans un cercle de rayon $|m|\rho$ et, par conséquent, dans tout le plan.

» 2° λ_1 est égal à m, les autres λ sont différents de m; je suppose, de plus, qu'aucun d'eux n'est une puissance entière de m.

» Il existe encore ici des séries (3) qui satisfont formellement aux équations (2), mais on ne peut plus choisir arbitrairement les coefficients α.

Le premier d'entre eux, α_1, reste seul arbitraire, les $n-1$ autres doivent être nuls.

» Pour en démontrer la convergence, il faut comparer, comme plus haut, les équations (2) à des équations (2 *bis*) convenablement choisies. Nous prendrons

$$(2\ bis) \qquad x'_i = hx_i + \theta',$$
$$\theta' = \frac{hbS^2}{1-bS}, \qquad S = x_1 + x_2 + \ldots + x_n.$$

» On pourra prendre le nombre positif b assez grand pour qu'un terme quelconque de θ' soit positif et plus grand que le terme correspondant de θ_i, et le nombre positif h assez petit, quoique plus grand que 1, pour que

$$h^p - h < |\lambda_i^p - m|.$$

» On démontrera ensuite, comme plus haut, que les séries (3) sont convergentes et définissent des fonctions uniformes dans tout le plan.

» Nous sommes donc conduits à une classe très étendue de transcendantes uniformes qui admettent un théorème de multiplication où les fonctions rationnelles F restent arbitraires dans une très large mesure. On reconnaîtrait sans peine qu'une pareille fonction uniforme peut toujours être regardée comme le quotient de deux fonctions entières jouissant de propriétés analogues.

» Ces transcendantes contiennent comme cas particuliers les fonctions elliptiques, les fonctions Θ et les transcendantes obtenues en égalant à zéro toutes les variables, moins une, dans une fonction abélienne. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la série de Maclaurin dans le cas d'une variable réelle. Application au développement en série du potentiel d'un corps homogène.* Note de M. **O. Callandreau**, présentée par M. Tisserand.

« Supposons d'abord que les coefficients de la série

$$(1) \qquad f(0) + xf'(0) + \frac{x^2}{1.2}f''(0) + \ldots + \frac{x^n}{1.2\ldots n}f^n(0) + \ldots$$

soient tous positifs; qu'ils ne croissent pas à partir d'un certain rang; qu'on ait établi la légitimité de la représentation de la fonction $f(x)$ par la série ci-dessus, pour les valeurs positives de x inférieures ou égales à un nombre

donné a plus petit que l'unité. Je vais montrer qu'*on peut prolonger la représentation de la fonction par la série, tant qu'on ne sera pas arrêté par une discontinuité des dérivées $f^n(x)$ ou par la limite de convergence de la série* (1).

» D'abord, dans la formule du reste,

$$(2) \qquad R_n = \frac{(1-\theta)^{n-1}x^n}{1.2.3\ldots(n-1)} f^n(\theta x),$$

θ, pour des valeurs indéfiniment croissantes de n, est nécessairement plus petit que toute quantité donnée, aussi petite qu'on voudra la prendre.

» On sait que l'on a

$$(3) \qquad (1-\theta)^{n-1} f^n(\theta x) = \int_0^1 (1-t)^{n-1} f^n(tx)\,dt,$$

où θ est compris entre zéro et l'unité. D'après les articles 121 et 127 de l'*Introduction à la théorie des fonctions d'une variable*, de M. J. Tannery, on est en droit de remplacer, pour la valeur a de x et les valeurs inférieures, les symboles $f^n(\theta x)$ et $f^n(tx)$ par les séries déduites de (1). Divise-t-on les deux membres de (3) par le terme indépendant de x dans $f^n(\theta x)$ et $f^n(tx)$, a-t-on égard au décroissement des coefficients de (1), on voit que l'inégalité

$$\frac{(1-\theta)^{n-1}}{(1-\theta x)^{n+1}} > \frac{1}{n} + \text{termes positifs}$$

doit avoir lieu, et de là résulte, comme l'on a dit, que θ est nécessairement plus petit que toute quantité donnée quand n croît indéfiniment. Pour $x=0$, l'équation qui détermine θ est $(1-\theta)^{n-1} = \frac{1}{n}$.

» On étudie ensuite comment varie la dérivée $\frac{d\theta}{dx}$ de la fonction θ de x, définie par l'équation (3). $f^n(x)$ étant supposée continue dans un intervalle qui comprend au moins l'intervalle $(0, a)$, on a le droit de différentier sous le signe d'intégration

$$\left[-(n-1)f^n(\theta x) + (1-\theta)f^{n+1}(\theta x)x\right](1-\theta)^{n-2}\frac{d\theta}{dx} = \int_0^1 (1-t)^{n-1}\,t\,f^{n+1}(tx)\,dt.$$

» Je dis qu'on peut prendre le nombre n assez grand pour que la parenthèse soit toujours négative, au moins si $0 \leqq x \leqq a$. En effet, changeant les signes des termes, remplaçant les symboles f^n par les séries correspon-

dantes et ordonnant par rapport à θx, il vient

$$(n-1)f^n(0) - f^{n+1}(0)x + [n f^{n+1}(0) - f^{n+2}(0)x]\frac{\theta x}{1} + [(n+1)f^{n+2}(0) - f^{n+3}(0)x]\frac{\theta^2 x^2}{1.2} + \ldots,$$

et, d'après l'hypothèse faite sur le décroissement des coefficients, mais surtout parce que x est supposé inférieur à l'unité, tous les termes sont positifs.

» De là résulte, n étant un nombre assez grand : 1° que $\frac{d\theta}{dx}$ ne peut devenir infinie pour aucune valeur de x dans l'intervalle $(0, a)$, les limites comprises, et demeure négative; 2° que pour les mêmes valeurs de x, θ décroît quand x augmente. Pour $x = 0$, on trouverait

$$\frac{d\theta}{dx} < \frac{1}{n-1}.$$

» Voici la conséquence : de ce que θ demeure inférieur à une fraction aussi petite qu'on veut, pour n assez grand, il s'ensuit que x, passant de la valeur a à une valeur voisine plus grande $a + \Delta a$, le produit θx sera nécessairement toujours inférieur à a, et que *la dérivée d'ordre quelconque $f^n(\theta x)$ pourra être remplacée par la série correspondante*, puisque la légitimité du développement en série est admise quand $x \leqq a$; mais alors le reste est inférieur à

$$\frac{(1-\theta)^{n-1}x^n}{1.2.3\ldots(n-1)}\frac{f^n(0)}{(1-\theta x)^{n+1}} = \frac{x^n f^n(0)}{1.2.3\ldots n}\, n\, \frac{(1-\theta)^{n-1}}{(1-\theta x)^{n+1}},$$

ce qui tend vers zéro du moment que x est inférieur à l'unité.

» Quand les coefficients de la série (1) ont des signes quelconques, leur valeur absolue tendant vers zéro quand n augmente indéfiniment, il suffit de considérer la combinaison

$$\frac{1}{1-x} + f(x),$$

pour être ramené au premier cas; on peut répéter les mêmes raisonnements.

» Les remarques précédentes s'appliquent tout de suite au développement du potentiel d'un corps homogène en série ordonnée suivant les puissances décroissantes ou croissantes de la distance qui sépare le point attiré du centre des coordonnées. En effet, 1° les formules de développement sont évidemment légitimes pour les points d'un même rayon, soit

très éloignés, soit très rapprochés du centre; 2° les dérivées successives $f^n(x)$ restent continues tant qu'on ne traverse pas la surface du corps. Conclusion : la représentation du potentiel par les séries continue de subsister quand le point attiré se rapproche de la surface (à connexion simple ou multiple) du corps, en partant de l'infini ou de l'origine, pourvu que les séries soient convergentes.

» On retrouvera ainsi, par une voie élémentaire, les résultats déduits auparavant de la théorie du potentiel (*Comptes rendus*, t. CIII, p. 33 et 195). »

GÉOMÉTRIE. — *Sur l'octaèdre*. Note de M. **P. Serret.**

« Il existe plusieurs analogies adjacentes à celles qui font l'objet de cette Note. Je n'en dirai rien ici, désirant me borner à ce qui est indispensable pour assurer simplement mon privilège de premier usager parmi des propositions que je possède depuis longtemps, qui relèvent plus directement des méthodes que j'ai fait connaître, mais qui pourraient être rencontrées par d'autres.

» Je suppose, d'ailleurs, que celles-ci ne l'ont pas été.

» I. Notre point de départ, ou le premier terme de notre analogie, est une proposition bien connue, parue pour la première fois dans un Mémoire publié, en commun, par Poncelet et Brianchon : « Les hyperboles équilatères ($A + A' = 0$) circonscrites à un triangle passent, d'elles-mêmes et » en dehors des sommets de celui-ci, par un point complémentaire qui » n'est autre que le point de rencontre des hauteurs de ce triangle. »

» De là, et parce que les hyperboloïdes équilatères ($A + A' + A'' = 0$) circonscrites à un octaèdre hexagonal quelconque 123456, ou compris analytiquement dans la forme

$$(1) \qquad \Sigma_1^4 \lambda_1 P_1 Q_1 = 0$$

avec la condition

$$(1') \qquad \Sigma_1^4 \lambda_1 \cos\left(\widehat{P_1, Q_1}\right) = 0,$$

passent d'eux-mêmes, manifestement et en dehors des six sommets de l'octaèdre, par deux points complémentaires ξ et η, l'analogie, qui se propose d'elle-même à notre recherche et que nous avons principalement en

vue, est celle qui doit exister entre les deux groupes géométriques qui résultent de ce rapprochement et qui se composent, le premier, des trois sommets 1, 2, 3 d'un triangle quelconque et du *point complémentaire* unique H auquel ce triangle donne lieu, qui est le point de rencontre de ses hauteurs; le second, composé des six sommets 1, 2, 3, 4, 5, 6 d'un *octaèdre hexagonal* quelconque et des deux *points complémentaires* ξ, η, auquel cet octaèdre donne lieu, et qui demeurent inconnus.

» Il s'agit donc, en définitive, étant donné dans l'espace un système de six points quelconques ou un *octaèdre hexagonal* 1 2 3 4 5 6, d'en déterminer ou d'en définir les deux *points complémentaires* ξ, η? De définir ces points, en langage ordinaire, s'il est possible de leur donner un nom tiré de l'octaèdre qui leur a donné naissance? De construire ensuite la droite toujours réelle qui les réunit? Et enfin d'assigner sur cette droite la position de chacun de ces points?

» La *droite complémentaire d'un octaèdre* donnerait lieu encore à plusieurs autres questions semblables, aussi bien qu'à l'étude de certains complexes nouveaux, d'un grand intérêt. Mais nous ne pouvons indiquer ici que le point de départ dont la démonstration est, d'ailleurs, des plus faciles : *La droite complémentaire d'un octaèdre* 1 2 3 4 5 6 *est* UNE *pour tous les octaèdres inscrits à une même cubique gauche.*

» De plus, *cette droite unique* ($\xi\eta$), que l'on peut dire *associée* à chaque cubique gauche C_3, est une sorte d'*axe* spécial de cette cubique n'étant autre, par une analogie singulière et bien remarquable avec ce qui se passe dans le triangle dont le *point complémentaire* coïncide avec le point de rencontre de ses hauteurs, n'étant autre, dis-je, que le *lieu géométrique des points de rencontre des hauteurs des triangles* $a_n b_n c_n$ *dont les sommets résultent de la section de la cubique considérée par tous les plans* P_n *menés, à volonté, perpendiculairement à cette droite* ($\xi\eta$), *ou perpendiculairement à l'*AXE *de la cubique;* etc.

» II. Je me bornerai aujourd'hui à démontrer la proposition suivante, dont l'analogie, absolue cette fois, avec ce que l'on sait du triangle et de son point complémentaire, est manifeste :

» *Les deux points complémentaires* ξ, η *d'un octaèdre hexagonal quelconque* 1 2 3 4 5 6 *ne sont autres que les centres des deux sphères* CONJUGUÉES *à l'octaèdre,* ou telles que les *plans* de deux faces opposées quelconques de l'octaèdre soient *conjugués* par rapport à chacune de ces sphères.

» Pour le démontrer et en laissant de côté la *vérification* que l'on pourrait tirer d'une utilisation convenable de la forme $\Sigma_1^4 \lambda_1 P_1 Q_1 = 0$, aussitôt

du moins l'énoncé connu, nous désignerons par

$$p_1 p_2 \ldots p_6 = 0$$

les équations tangentielles des sommets 1, 2, ..., 6 de l'octaèdre ; par

$$\xi = 0$$

l'équation analogue du centre d'une *sphère conjuguée* à l'octaèdre ; et enfin par

$$xyz = 0$$

les équations tangentielles également de *trois points situés à l'infini dans trois directions deux à deux rectangulaires* et que nous supposerons *parallèles à trois génératrices*, pareillement rectangulaires entre elles, *du cône asymptote de l'un quelconque des hyperboloïdes* équilatères H *que l'on aura fait passer par les sommets* 1, 2, ..., 6 *de l'octaèdre proposé.*

» Sous ces conditions, et parce que notre sphère conjuguée, ayant pour centre le point $\xi = 0$, se peut représenter par l'équation tangentielle

$$\text{(S)} \qquad ax^2 + by^2 + cz^2 + \lambda\xi^2 = 0;$$

que d'autre part, étant conjuguée à l'octaèdre $p_1 p_2 \ldots p_6 = 0$, cette même sphère se peut représenter aussi par l'équation connue, et que j'ai donnée ailleurs,

$$\text{(S')} \qquad \Sigma_1^6 \lambda_1 p_1^2 = 0,$$

on voit aussitôt que l'identité

$$\text{(S'')} \qquad \Sigma_1^6 \lambda_1 p_1^2 - (ax^2 + by^2 + cz^2 + \lambda\xi^2) \equiv 0,$$

qui résulte de la comparaison de ces deux formes, démontre l'analogie énoncée.

» Il résulte en effet de la propriété générale de dix points quelconques d'une surface du second ordre, que j'ai donnée ailleurs, que toute surface de cet ordre que l'on aura menée : 1° par les points $p_1 p_2 \ldots p_6 = 0$ ou par les sommets 1, 2, ..., 6 de l'octaèdre ; 2° par les points $xyz = 0$, que l'on se rappelle avoir été pris à l'infini sur trois génératrices rectangulaires du cône asymptote d'un hyperboloïde équilatère déterminé H, circonscrit à l'octaèdre 1 2 ... 6, passera d'elle-même par le dixième point ξ, c'est-à-dire

ici par le centre de la sphère considérée (S). Or il est clair que cette surface du second ordre que nous venons de définir n'est autre que l'un quelconque des hyperboloïdes équilatères que nous avions en vue, circonscrits à l'octaèdre proposé 12...6. Donc, etc. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le transport des forces. Réponse à M.* Deprez. Note de M. **Hippolyte Fontaine**, présentée par M. Mascart.

« M. Deprez a présenté, mardi dernier, quelques observations sur notre Note du 26 octobre. Ces observations, qui tendent à démontrer que nos expériences ne présentent aucune nouveauté, ni dans les procédés employés, ni dans le résultat obtenu, peuvent se résumer ainsi :

» 1° Le procédé d'accouplement des machines n'est pas nouveau.

» 2° Le moyen employé pour conduire les anneaux des génératrices ressemble beaucoup à celui que M. Deprez a fait breveter le 28 avril 1885.

» 3° Nos machines tournent trop vite.

» Nos réponses seront catégoriques :

» 1° Le procédé d'accouplement des machines est évidemment dans le domaine public; si MM. Gramme et d'Ivernois l'ont fait breveter en 1872, c'était uniquement pour ne pas être empêchés de l'utiliser.

» 2° Le moyen dont nous nous servons pour entraîner les anneaux des génératrices est identiquement le même que celui employé par MM. Chrétien et Félix dans leur installation de Sermaize pour le labourage électrique, en 1879.

» 3° Il est facile d'établir que la vitesse de nos machines n'a rien d'exagéré, puisqu'il existe actuellement plus de mille machines Gramme fonctionnant depuis dix ans, à la même vitesse, sans avoir eu besoin de réparations.

» Ce qui caractérise nos récentes expériences, ce n'est donc pas la nouveauté des organes : c'est l'emploi des dynamos rustiques et d'éléments mécaniques bien coordonnés, formant un ensemble peu encombrant, économique à établir, facile à conduire, pratique pour tout dire en un mot.

» Le résultat seul nous paraît nouveau : le transport de 50^{chx}, à travers une résistance de 100 ohms, avec un rendement de 52 pour 100, en employant des dynamos ne pesant ensemble que 8400^{kg} et n'ayant coûté que 16450^{fr}.

» S'il est vrai que dans l'industrie on emploie de préférence une ma-

chine de 100^{chx} allant lentement, au lieu de quatre machines de 25^{chx} d'allure rapide, c'est surtout pour réaliser une économie de combustible. »

THERMOCHIMIE. — *Détermination des chaleurs de neutralisation des acides malonique, tartronique et malique. Remarques sur les chaleurs de neutralisation des acides homologues de l'acide oxalique et des acides hydroxylés correspondants.* Note de MM. H. Gal et E. Werner, présentée par M. Cahours.

« Voici d'abord les résultats des expériences :

» 1° *Acide malonique :* $C^3H^4O^4 = CH^2 \left\langle \begin{matrix} CO^2H \\ CO^2H \end{matrix} \right\rbrace = 104^{gr}$.

Chaleur de neutralisation :

$C^3H^4O^4(8^{lit}) + 1^{er}\ \frac{Na^2O}{2}\ (2^{lit})$	$13^{Cal},342$ vers 9°
$+ 2^e\ \frac{Na^2O}{2}$	13,778
	+ 27,120
$C^3H^4O^4(8^{lit}) + 2\ \frac{Na^2O}{2}$	+ 27,170 vers 9°

Chaleur de dissolution :

Directement 5^{gr} dans 400^{cc}............ — 4^{Cal},573 vers 10°

» 2° *Acide tartronique :* $C^3H^4O^5 = 120 = CH(OH) \left\langle \begin{matrix} CO^2H \\ CO^2H \end{matrix} \right.$

Chaleur de neutralisation :

$C^3H^4O^5\ (12^{lit}) + \frac{Na^2O}{2}\ (1^{lit})$	$+ 13^{Cal},711$ vers 13°
$+ \frac{Na^2O}{2}$	11,856
$+ \frac{Na^2O}{2}$	0
	S = 25,567
$C^3H^4O^5 + 3\ \frac{Na^2O}{2}$	25,571

Chaleur de dissolution :

$C^3H^4O^5 + 500\ H^2O$ .... — 4,331 vers 12°

» 3° *Acide malique :* $C^4H^6O^5$ (134^{gr}) $\left\{ \begin{array}{ll} CH(OH), & CO^2H \\ CH^2, & CO^2H \end{array} \right.$

Chaleur de neutralisation :

$C^4H^6O^5(8^{lit}) + 1^{er} \frac{Na^2O}{2} (2^{lit})$	Cal + 12,730	vers 21°
$+ 2^e \frac{Na^2O}{2}$	+ 12,189	
$+ 3^e \frac{Na^2O}{2}$	0	
	S + 24,919	
$C^4H^6O^5$ diss. $+ 2 \frac{Na^2O}{2}$	+ 24,948	vers 21°
$+ \frac{Na^2O}{2}$	0	

Chaleur de dissolution :

Directement $C^4H^6O^5 + 900\,H^2O$ .... — 3,148 vers 20°

» En joignant ces résultats à ceux obtenus antérieurement, on peut dresser le Tableau suivant :

» *Acide oxalique.*

$$C^2H^2O^4 = \left\{ \begin{array}{ll} CO^2H \ldots\ldots & 13,8 \\ CO^2H \ldots\ldots & 14,3 \end{array} \right\} \text{MM. Berthelot et Thomson.}$$

28,1

» *Acide malonique.*

$CH^2 \langle CO^2H$	13,343
CO^2H	13,778
	27,120

» *Acide tartronique.*

$CH(OH) \langle CO^2H$	13,711
CO^2H	11,856
	25,567

» *Acide succinique :* 13,2 × 2.

$C^2H^4 \langle {CO^2H \atop CO^2H}$ .... 26,4 M. Chroutschoff.

» *Acide malique.*

$$C^2H^3OH \begin{cases} CO^2H \dots\dots & 12,7 \\ CO^2H \dots\dots & 12,1 \end{cases}$$

24,8

» *Acide tartrique.*

$$C^2H^2(OH)^2 \begin{cases} CO^2H \dots\dots & 12,7 \\ CO^2H \dots\dots & 12,6 \end{cases} \text{ M. Berthelot.}$$

25,3

» Ce Tableau donne lieu à deux remarques importantes :

» 1° La chaleur de neutralisation des acides bibasiques homologues compris dans ce Tableau va en diminuant lorsque le poids moléculaire augmente;

» 2° Si l'on compare le dégagement de chaleur produit dans la neutralisation des acides de la première colonne avec celui fourni par les acides hydroxylés qui en dérivent, on voit que l'introduction de OH dans les acides oxalique, malonique et succinique abaisse la chaleur totale de neutralisation de près de 2 calories.

» Une observation semblable peut être faite pour les acides monobasiques de la série grasse et de la série aromatique. On a en effet trouvé :

Série grasse :

Acide propionique $C^3H^6O^2 = C^2H^5CO^2H$	14,3	
Acide lactique	13,5	M. Berthelot.

Série aromatique :

Acide benzoïque $C^6H^5CO^2H$		13,5	M. Berthelot.
Acides oxybenzoïques $C^6H^4OHCO^2H$	ac. salicylique	12,9	MM. Berthelot et Werner.
	ac. méta-oxybenzoïque	12,8	
	ac. para-oxybenzoïque	13,0	

CHIMIE. — *Méthodes générales de cristallisation par diffusion. Reproduction d'espèces minérales;* par M. **Ch.-Er. Guignet.** (Extrait par l'auteur).

« Le travail que nous avons entrepris sur cette question (dans le laboratoire de M. Chevreul, au Muséum), est une généralisation des belles expériences de M. Becquerel père sur les actions lentes provoquées entre

deux liquides séparés par une membrane, une cloison poreuse ou même un tube de verre portant une fêlure ou un orifice capillaire. On connaît les curieux résultats obtenus par l'illustre savant dans l'étude de ces phénomènes *électro-capillaires* (ainsi qu'il les nommait).

» Les méthodes que nous employons s'appliquent à un grand nombre de corps et permettent d'obtenir les cristaux en quantités aussi considérables qu'on le désire : ce n'est qu'une question de *masse* et de *temps*.

» I. DIFFUSION D'UN CORPS SOLIDE DANS UN LIQUIDE. — 1° *Actions physiques*. — Un solide A introduit dans une solution saturée d'un autre solide B détermine la séparation de ce dernier (en cristaux souvent très nets), si le premier corps est soluble dans le liquide. — Exemples : paraffine placée dans du sulfure de carbone saturé de soufre : dépôt de beaux octaèdres de soufre. Inversement : soufre en poudre introduit dans du sulfure de carbone saturé de paraffine; séparation de la paraffine en longues aiguilles brillantes (surtout quand on refroidit vers 0°).

» 2° *Actions chimiques*. — Hyposulfite de soude en cristaux et solution de sulfate de cuivre ammoniacal : formation d'un hyposulfite de cuivre ammoniacal en belles aiguilles violettes. On obtiendrait d'une manière analogue d'autres hyposulfites ammoniacaux. — Sulfate de soude cristallisé (à 10^{éq} d'eau) et solution saturée de chlorure de baryum : le sel devient peu à peu opaque en conservant la forme générale des cristaux; mais, si on les brise, on reconnaît que chacun d'eux représente une sorte de *géode* remplie de cristaux de sulfate de baryte. Inversement, le chlorure de baryum cristallisé se dissout très promptement dans une solution de sulfate de soude et ne donne que du sulfate de baryte amorphe; ce qui tient sans doute à la très grande solubilité du chlorure de baryum. — Phosphate de soude plongé dans une solution de sulfate de magnésie : phosphate de magnésie cristallisé, etc.

» II. DIFFUSION D'UN LIQUIDE DANS UN AUTRE LIQUIDE. — 1° *Actions physiques*. — Sur une solution saturée d'un corps solide dans un liquide, on verse d'abord une couche du liquide dissolvant; puis une couche d'un autre liquide, de densité moindre, capable de se mêler avec le premier et de dissoudre aussi le corps solide, mais en moindre quantité. Les deux liquides *se diffusent* peu à peu l'un dans l'autre et le corps solide se dépose en cristaux très nets. — Solution saturée de soufre dans le sulfure de carbone recouverte d'abord d'une couche de ce même liquide, puis d'un des liquides suivants : huile, alcool absolu, acide acétique cristallisable, benzine, pétrole ordinaire, pétrole léger. On obtient de très beaux octaèdres

de soufre (qui se déposent sur des éclisses de bois maintenues verticalement dans le mélange). Le pétrole léger, versé directement sur le sulfure de carbone saturé de soufre, donne aussitôt de longues aiguilles de soufre qui se changent au bout de peu de temps en chapelets d'octaèdres. — Solution saturée de chlorure de plomb dans l'acide chlorhydrique, recouverte d'acide et d'eau : très belle cristallisation de chlorure de plomb, etc.

» 2° *Actions chimiques*. — Solutions concentrées de sulfate de soude et de chlorure de calcium. Pour empêcher les liquides de se mêler trop vite, nous mettons une des solutions dans un cristallisoir ordinaire, l'autre étant versée dans un cristallisoir à bords aplatis qui plonge dans le premier. Les deux solutions sont donc séparées : on établit la communication en versant de l'eau sur les bords du cristallisoir intérieur; en s'aidant d'un disque de verre ou de carton fixé à l'extrémité d'une baguette, de manière à éviter tout mouvement brusque des liquides. Les deux solutions se diffusent lentement à travers la couche d'eau : on obtient, dans l'exemple cité, de longues aiguilles de sulfate de chaux. — Sulfate de soude et chlorure de baryum : il se forme, comme ci-dessus, de beaux cristaux de sulfate de baryte, identiques aux cristaux naturels, ainsi que M. Jannettaz a bien voulu le constater par des mesures rigoureuses. — Sulfate de soude et acétate de plomb : très beaux cristaux de sulfate de plomb, identiques au sulfate naturel (M. Jannettaz). — Ferrocyanure de potassium et acétate de plomb : longues aiguilles jaune pâle, de ferrocyanure de plomb, produit qui n'a jamais été obtenu à l'état cristallisé, du moins à notre connaissance, etc.

» Pour opérer plus en grand, on remplace les cristallisoirs par une caisse de bois, doublée de plomb, partagée en deux compartiments par une cloison de même matière, moins haute que les parois de la caisse. On verse les deux solutions dans ces auges séparées, et l'on recouvre d'une couche d'eau s'élevant au-dessus de la cloison. En agissant sur plusieurs kilogrammes et laissant la diffusion s'opérer pendant quelques semaines, dans une cave à température bien constante, on peut obtenir des cristaux très volumineux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de la conicine*. Note de M. **A. Ladenburg**, présentée par M. Friedel [1].

« On sait par les travaux de M. Hofmann que la conicine possède la formule $C^8H^{17}Az$ et qu'elle dérive de la pipéridine par la substitution d'un hydrogène dans la position α [2]. Elle devait donc être regardée ou comme une α-propylpipéridine ou comme une α-isopropylpipéridine.

» Je pouvais espérer de la rencontrer parmi les bases synthétiques que j'ai décrites dernièrement; mais, malheureusement, les produits qui se forment dans l'action d'une haute température sur un mélange d'iodure de propyle ou d'iodure d'isopropyle sur la pyridine sont identiques, comme j'ai dû le reconnaître après une étude approfondie. La base obtenue par hydrogénation est, dans ses caractères, voisine de la conicine, mais pas identique avec elle. J'étais conduit à la considérer comme une pipéridine isopropylée, puisque son point d'ébullition est plus bas que celui de la conicine et puisqu'on sait que, par une haute température, les dérivés propylés se transforment souvent en dérivés isopropylés.

» La conicine doit donc être regardée comme la pipéridine α-propylée.

» Pour préparer celle-ci, je me suis servi d'une réaction découverte par MM. Jacobsen et Reimer [3] et employée récemment par MM. von Miller et Spady [4], qui ont préparé l'acide quinoléine-acrylique par l'action du chloral sur la quinaldine, en traitant le produit de la réaction par le carbonate de potasse.

» J'ai étudié la réaction de la paraldéhyde sur l'α-picoline. Cette base peut être préparée à l'état de pureté par un procédé que j'ai décrit dans ma première Note. En la chauffant avec la paraldéhyde à 250°, il y a réaction d'après l'équation

$$C^5H^4(CH^3)Az + C^2H^4O = C^5H^4(CH{=}CH{=}CH^3)Az + H^2O.$$

» Mais une petite partie seulement de l'α-picoline est transformée, la

---

(1) L'Académie a décidé que cette Note, bien que dépassant les limites réglementaires, serait insérée en entier.

(2) *Comptes rendus*, 1884, 1235.

(3) *Ber. chem. Ges.*, XVI, 2602.

(4) *Ibid.*, XVIII, 3402.

majeure partie reste inattaquée. Pour obtenir un rendement satisfaisant, il faut retirer du produit l'α-picoline inaltérée et la traiter de nouveau de la même manière et répéter ce traitement trois ou quatre fois. En opérant ainsi, j'ai pu préparer 50gr d'α-allylpyridine moyennant 300gr à 400gr d'α-picoline complètement pure. L'α-allylpyridine a été purifiée par un fractionnement systématique.

» C'est un liquide incolore, rappelant par son odeur la conyrine. Elle bout à 190°-191°; sa densité à 0° est 0,9595; elle se dissout peu dans l'eau, mais est miscible à l'alcool. Le chloroplatinate $(C^8H^9AzHCl)^2PtCl^4$ est peu soluble dans l'eau froide et cristallise de l'eau chaude en beaux prismes. Il fond en se décomposant à 185°-186°. Le chloraurate est peu soluble, même dans l'eau chaude. De cette solution, on l'obtient en petites aiguilles jaunes qui fondent à 135°-136° et possèdent la formule $C^8H^9AzHClAuCl^3$. Le chloromercurate est très peu soluble, mais se décompose par l'eau chaude. Le picrate cristallise en petites aiguilles.

» Par l'oxydation avec le permanganate, la base se transforme en acide picolique $C^5H^4AzCO^2H$, de sorte qu'il est bien prouvé qu'elle appartient à la série α.

» Pour réduire la base, on l'a traitée par le sodium en solution alcoolique chaude. Elle est ainsi transformée en une base $C^8H^{17}Az$ qui a les propriétés chimiques et physiologiques de la conicine.

» Elle a le même point d'ébullition, 166°-168°, la même odeur, se comporte de même en solution aqueuse, c'est-à-dire que sa solution froide devient louche par la chaleur de la main. Elle a la même densité, 0,8625, et se comporte de même vis-à-vis de l'acide nitreux. Elle donne, comme la conicine, une nitrosamine qui, par l'acide chlorhydrique gazeux, se décompose en base primitive et AzOCl. Le chloroplatinate est très soluble dans l'eau et dans le mélange d'éther et d'alcool, comme le sel correspondant de la conicine. Le chloraurate est huileux et ne se concrète que très difficilement. Avec l'iodure de cadmium, l'iodhydrate forme un sel double qui cristallise bien et a le même point de fusion que celui de la conicine, 117°-118°.

» Cette base synthétique, que je nomme *α-propylpipéridine*, se comporte aussi comme la conicine dans la distillation de son chlorhydrate avec la poudre de zinc (1). Par cette réaction elle engendre trois corps, la base

(1) Voir Hofmann, *loc. cit.*

primitive, la conyrine ou α-propylpiridine et des traces d'un hydrocarbure d'une fluorescence bleue. La conyrine fut isolée et son sel de platine comparé à celui venant de la conicine naturelle. Ces sels ont le même point de fusion, 159°-160°, la même forme cristalline (clinorhombique) et la même composition, $(C^8H^{11}AzHCl)^2PtCl^4$.

» L'action physiologique de l'α-propylpipéridine a été étudiée par M. Falck, qui l'a comparée à celle de la conicine. Non seulement les effets toxiques sont les mêmes, mais aussi les doses léthales et aléthales sont identiques, si on les rapporte au même poids d'une même espèce d'animal.

» Pourtant les deux bases diffèrent d'abord par le pouvoir rotatoire de la conicine, que l'α-propylpipéridine ne possède pas, et puis par les points de fusion des chlorhydrates, qui est 217° pour la conicine et 205° pour l'α-propylpipéridine.

» En me posant le problème de transformer la base synthétique et inactive en une base optiquement active, je devais naturellement recourir aux travaux classiques et fondamentaux de M. Pasteur sur les acides racémique et tartriques. Je devais regarder ma base synthétique comme analogue à l'acide racémique inactif et employer les méthodes que M. Pasteur a trouvées pour convertir celui-ci en acides tartriques droit et gauche.

» Je tâchai donc d'abord de faire développer les germes du *penicillium glaucum* dans une solution qui contenait, outre les sels inorganiques nécessaires, de l'acide tartrique et 0,001 de tartrate d'α-propylpipéridine. Le *penicillium* se développa mal et, après six semaines, je pus retirer la base inaltérée et inactive.

» Il s'agissait maintenant de trouver des dérivés qui, par leur forme de cristallisation ou par leur solubilité, permissent une séparation en deux parties différentes. Je choisis d'abord le sel formé avec l'acide tartrique droit en profitant de la méthode de M. Gernez (¹).

» Je préparai une solution sursaturée de tartrate d'α-propylpipéridine et j'y mis un fragment d'un cristal du tartrate droit de conicine. Une cristallisation lente commença, que je cherchai à accélérer en remuant beaucoup. Après cinq ou six jours, le tout se présentait comme un sirop dans lequel baignait une masse cristalline. Je mis celle-ci sur du papier buvard et l'exprimai fortement; il me resta une masse cristalline sèche et blanche qui fut transformée en base. Celle-ci déviait le plan de polarisation à droite et

(¹) *Comptes rendus*, t. LXIII, p. 843.

montrait assez exactement la même rotation spécifique que la conicine naturelle :

Pour la base synthétique.	Pour la conicine.
$\alpha_{[D]} = 13°,87$	$13°,79$

» Le chlorhydrate de cette base active avait le même point de fusion, 47°, que le chlorhydrate de la conicine.

» D'après ce que nous savons sur les corps optiquement actifs, je devais admettre que le sirop contenait le tartrate de la base lévogyre. Je la recueillis en décomposant le sirop qui s'était imprégné dans le papier buvard que j'avais mis soigneusement de côté. En l'examinant dans un polarimètre à pénombre de Laurent, je pus constater qu'elle était lévogyre, mais l'angle de déviation était beaucoup plus petit que celui de la conicine. Il fallait donc admettre qu'il y avait encore mélange de la base inactive, et je répétai l'expérience avec le tartrate. Mais un cristal de tartrate de conicine ne provoqua plus de cristallisation. Cette méthode est donc impropre pour la séparation de la base lévogyre.

» Pourtant j'ai réussi à obtenir celle-ci en me servant du raisonnement suivant. Quelques observateurs ont déjà trouvé des différences de point de fusion entre les isomères actifs et inactifs, et dans ces recherches j'ai pu constater le même fait pour les chlorhydrates d'α-propylpipéridine inactive et de conicine. A la généralisation de ces faits s'oppose l'identité des points de fusion des iodocadmiates des deux bases. Il se présenta donc la question suivante : cette identité est-elle le fait du hasard, ou est-ce qu'il y a une séparation par la cristallisation de l'iodocadmiate? L'expérience devait trancher la question.

» La base lévogyre mentionnée plus haut fut transformée en chlorhydrate et en solution très diluée, précipitée par l'iodure double de potassium et de cadmium. Le précipité, oléagineux d'abord, devint bientôt cristallin et fut cristallisé encore une fois dans l'eau chaude. Ensuite on décomposa et les cristaux et les eaux mères séparément et l'on examina les bases obtenues par rapport à leur pouvoir rotatoire. La base venant de la décomposition des cristaux ne montrait plus qu'une très petite déviation à gauche ; évidemment elle s'était enrichie en base dextrogyre. Le contraire fut constaté pour la base tirée des eaux mères ; elle montra dans une solution alcoolique de 50 pour 100 juste la même déviation à gauche qu'une solution alcoolique de même concentration de conicine montre à droite.

» Je suis donc parvenu à produire synthétiquement trois bases qui ont

entre elles les mêmes rapports que les acides racémique et tartriques et dont l'une est absolument identique à la conicine naturelle

H^2C_γ

$H^2C_{\beta'}$ $C_\beta H^2$

$H^2C_{\alpha'}$ $C_\alpha HCH^2{-}CH^2{-}CH^3$

AzH

» Si l'on considère les faits contenus dans cette Note par rapport à l'hypothèse de M. Le Bel et de M. Van't Hoff, il faut admettre que c'est l'atome de carbone combiné, d'une part, à l'azote et, de l'autre, au propyle, le carbone α qui représente le carbone asymétrique dans la molécule de la conicine. On est donc conduit à supposer qu'il doit être possible de transformer tous les dérivés pipéridiques de la série α en isomères optiquement actifs. Cette manière de voir a déjà été vérifiée par moi pour l'α-méthyl- et l'α-éthylpipéridine. Ces deux bases, décrites dans ma première Note, peuvent être transformées en isomères lévogyres et dextrogyres à l'aide des sels tartriques. Il sera intéressant de contrôler l'hypothèse ci-dessus mentionnée, en essayant la même expérience avec un dérivé de la pipéridine de la série γ. Ici une telle transformation ne doit pas être observée, puisqu'il n'y a pas de carbone asymétrique. C'est ce que je suis en train d'essayer.

» En terminant, je prends la liberté de rappeler l'isomérie entre l'atropine et l'hyoscyamine, de laquelle j'ai entretenu l'Académie, il y a six ans ([1]). Dans cette Note, j'ai pu démontrer que ces deux bases donnent les mêmes produits de décomposition, mais qu'elles diffèrent entre elles par l'aspect, la solubilité et le point de fusion des bases et de leurs sels et par la déviation du plan de polarisation que possède l'hyoscyamine et que l'atropine ne possède point. Est-ce que cette isomérie serait analogue à celle entre l'acide racémique et l'acide tartrique gauche ? Et alors, sera-t-il possible de transformer l'atropine en hyoscyamine et en une base isomère douée d'un pouvoir rotatoire droit ? »

([1]) *Comptes rendus*, t. XC, p. 874.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les transformations chimiques provoquées par la lumière solaire.* Note de M. E. **Duclaux**, présentée par M. Pasteur.

« Après avoir étudié ([1]) l'action stérilisante de la lumière solaire sur les microbes, je me suis demandé quel était le mécanisme de cette influence, et il m'a semblé qu'il ne pouvait guère y avoir en jeu que des phénomènes de l'ordre chimique, se traduisant, puisqu'il s'agit d'êtres vivants, par des phénomènes de l'ordre physiologique. Je me suis donc engagé dans une étude méthodique des transformations chimiques que les substances organiques peuvent subir sous l'action de la lumière, et j'ai l'honneur de présenter à l'Académie un Mémoire contenant mes premiers résultats.

» Ils se résument en ceci, que la lumière solaire, aidée quelquefois, mais non toujours, de la chaleur solaire, agit dans le même sens que les microbes, et disloque comme eux les molécules chimiques compliquées en groupements plus simples. L'eau et l'acide carbonique, corps brûlés, font toujours partie de ces groupements; mais il y en a d'autres, encore combustibles et relativement stables sous les influences qui les produisent, qui apparaissent comme résidus, tantôt temporaires, tantôt définitifs, dans la combustion solaire d'un grand nombre de corps différents. Il y a plus, ces résidus, temporaires ou définitifs, de l'action solaire, sont presque toujours les mêmes que les résidus, temporaires aussi ou définitifs, de l'action des ferments, et leur production sous des influences aussi diverses est, par suite, bien plus en relation avec la stabilité de leur molécule qu'avec la nature, vivante ou inanimée, de l'agent qui les produit.

» L'histoire de la combustion solaire du sucre va nous fournir un exemple de ce parallélisme entre l'action des ferments et celle du soleil. Le saccharose est, comme on sait, inattaquable par les microbes sous sa forme actuelle. Il l'est aussi à l'égard du soleil. Abandonné à l'insolation en solution neutre ou alcaline, il reste inaltéré, au moins pendant trois mois d'été. En solution légèrement acidulée, même par un acide organique, la chaleur et la lumière solaires l'intervertissent facilement. Mais une fois devenu du glucose, il reste inaltéré tant que la liqueur reste légèrement acide.

» En solution alcaline, au contraire, le glucose se détruit rapidement

([1]) *Comptes rendus*, t. CI, p. 395; 1885.

au soleil. Avec les alcalis fixes, on assiste à la formation temporaire des produits bruns bien connus qui précèdent la transformation en matières ulmiques. Avec l'ammoniaque, la liqueur reste limpide et incolore. Mais, dans tous les cas, le fond du phénomène reste le même. En présence de l'air, il y a absorption d'oxygène et formation, en dehors de produits oxydés dont les plus stables sont les acides carbonique, oxalique, formique et acétique, d'un produit de désoxydation dont il est inutile de signaler l'importance, l'alcool ordinaire. La proportion de ce corps, en moyenne de 3 pour 100, peut atteindre 5 pour 100 du poids du sucre, et il représente alors, avec l'acide carbonique produit simultanément, environ 10 pour 100 du sucre disparu.

» Ce qui rapproche encore plus cette dislocation solaire du sucre de celle qu'on voit se produire pendant la fermentation alcoolique, c'est qu'elle peut s'accomplir aussi à l'abri de l'oxygène libre, et résulter par conséquent d'une combustion intérieure, analogue à celle que résume l'équation de Lavoisier. Une solution alcaline de glucose, exposée au soleil dans le vide, y subit, quoique plus lentement, les mêmes transformations qu'à l'air, et une portion du sucre y donne aussi de l'alcool et de l'acide carbonique.

» Comme dans le cas des ferments, cette production d'alcool au soleil n'est pas spéciale au glucose. Je l'ai retrouvée avec le lactose et les lactates. Enfin, de même qu'il existe plusieurs modes de fermentation pour une même substance, de même on peut avoir pour un même corps des modes de combustion variés, suivant qu'on empruntera l'oxygène à l'air ou aux sels d'or, de platine, de mercure et de cuivre. Ainsi le lactate de chaux, qui, à l'air et au soleil, donne de l'alcool et de l'acétate de chaux, donne du butyrate de chaux quand il prend l'oxygène aux sels de mercure.

» Tous les corps qu'on obtient dans ces modes de combustion variés ont pour caractère commun d'être résistants vis-à-vis des influences qui les ont produits et se retrouvent à peu près les mêmes avec les substances les plus diverses : ce sont l'alcool, l'acide oxalique, les acides gras, la leucine, l'urée, etc. Leur relation de constitution avec la molécule qui leur a donné naissance est, par suite, assez effacée. Cependant elle n'est pas tout à fait nulle. Ainsi l'acide tartrique donne de l'aldéhyde au lieu d'alcool, et les alcools eux-mêmes, à la condition qu'on ménage l'action oxydante, donnent de préférence l'acide gras correspondant. Mais, pour étudier ces relations, il faudrait entrer dans le détail, et je ne puis que renvoyer pour cela à mon Mémoire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un moyen nouveau d'empêcher les fermentations secondaires dans les fermentations alcooliques de l'industrie.* Note de MM. U. Gayon et G. Dupetit, présentée par M. Pasteur.

« On sait, depuis les recherches de M. Pasteur, que les fermentations industrielles, surtout celles des mélasses de canne et de betterave, sont rarement pures; le développement de la levure y est le plus souvent gêné par la présence d'organismes étrangers qui, non seulement consomment du sucre à leur profit et diminuent les rendements, mais encore engendrent des produits secondaires, acides, alcools, éthers, et contribuent ainsi à accroître le mauvais goût et la toxicité de l'alcool. Dans la pratique, ces fermentations irrégulières sont caractérisées par une augmentation rapide et exagérée de l'acidité et, dans quelques cas, par l'apparition de vapeurs nitreuses à la surface des liquides.

» On peut empêcher la multiplication des ferments bactériens par la méthode bien connue de M. Pasteur, c'est-à-dire en semant de la levure pure dans des liquides stérilisés, mais les précautions qu'elle exige en rendent l'application difficile dans l'iudustrie des alcools.

» Nous avons essayé d'atteindre le même but par l'addition aux moûts de substances antiseptiques capables, à des doses déterminées, de s'opposer au développement des germes sans nombre contenus dans les matières premières et dans les levains, ou déposés à la surface des vases, sans nuire cependant à l'activité de la levure elle-même.

» Parmi les principaux antiseptiques connus, nous n'avons trouvé que le tannin qui, aux doses de $0^{gr},50$ à 1^{gr} par litre, ait donné d'assez bons résultats; encore n'empêche-t-il pas le développement du *mycoderma aceti*.

» Au contraire, les sels de bismuth, dont nous avons signalé les propriétés antiseptiques en juillet 1884 (*Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, 3e série, t. II, p. XXXIV), ont pleinement réussi, à de faibles doses, à entraver toutes les fermentations secondaires (1).

(1) L'iodure double de bismuth et de potassium, qui peut être obtenu en solutions neutres, jouit de propriétés antiseptiques énergiques et constitue un agent thérapeu-

» Le Tableau suivant résume les effets produits par $0^{gr},10$ par litre de sous-nitrate de bismuth, en solution acide, dans une fermentation d'un mélange de maïs saccharifié et de mélasse de betterave :

	Acidité initiale.	Acidité finale.	Différence. (Acide formé).	Alcool absolu par litre.	Bactéries développées par champ.
a. Fermentation avec bismuth..	9	14	5	$54^{cc},0$	0
b. » sans bismuth..	9	33	24	$50^{cc},3$	400

(1 d'acidité = $0^{gr},098$ d'acide sulfurique pur par litre.)

» Le sel de bismuth, en maintenant la levure pure, a donc limité la production des acides et accru la richesse alcoolique.

» Le gain en alcool a été de $3^{cc},7$, soit de 7,36 pour 100 de l'alcool formé en *b*.

» La dose de $\frac{1}{10000}$ de sous-nitrate de bismuth, employée avec succès dans l'expérience précédente, devient inefficace si l'acidité initiale diminue.

» Il était intéressant de s'assurer si les résultats obtenus dans des expériences de laboratoire conserveraient leur netteté dans des fermentations industrielles. M. Leurent, à Bordeaux, MM. André Bernard et Tilloy, à Courrières, ont bien voulu mettre gracieusement leurs magnifiques usines à notre disposition et nous laisser faire, à leurs frais, un grand nombre d'essais sur des centaines d'hectolitres de moût à la fois. Nous les prions de recevoir ici l'expression da notre profonde gratitude pour leur accueil aussi affable que désintéressé.

» Dans chaque série d'essais, les cuves traitées et une cuve témoin ont reçu les mêmes quantités de moût de maïs, de levure de bière, les mêmes volumes de mélasse étendue, etc.; elles ne différaient exclusivement que par l'addition aux premières de solutions titrées de sel de bismuth.

» L'action de l'antiseptique s'est toujours manifestée par la conservation de la pureté de la levure et par la régularité dans la marche de la fermentation; l'acidité a peu augmenté et, dans certains cas, l'excès de richesse alcoolique a atteint des proportions remarquables.

---

tique précieux. M. Garnault, préparateur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, l'a employé avec succès pour la guérison de plaies anciennes, ulcères, fistules, otorrhées, qui avaient résisté aux traitements ordinaires.

» Les nombres suivants ont été obtenus en ajoutant $0^{gr},10$ de sous-nitrate de bismuth par litre dans les cuves traitées :

	I.		II.		III.	
	Cuve traitée.	Cuve témoin.	Cuve traitée.	Cuve témoin.	Cuve traitée.	Cuve témoin.
Capacité des cuves	600^{hlit}	600^{hlit}	200^{hlit}	200^{hlit}	200^{hlit}	200^{hlit}
Nature de la mélasse	Betterave.	Betterave.	Canne.	Canne.	Canne.	Canne.
Densité du moût de mélasse	1075	1075	1060	1060	1060	1060
Proportion du moût de maïs	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$
Densité du moût de maïs	1031	1031	1029	1030	1035	1034
Température maxima de la fermentation	35°	35°	32°	33°	33°	32°,5
Augmentation d'acidité	2,5	13,0	6,7	26,5	4,5	36,0
Richesse alcoolique du vin	5,87 %	5,74 %	4,94 %	4,71 %	4,96 %	4,37 %
Différence de richesse alcoolique	»	—0,13	»	—0,23	»	—0,59

» En prenant le rapport des différences de richesse alcoolique aux richesses du vin dans les cuves traitées, on a respectivement :

	Pour 100.
Dans l'expérience I	2,21
Dans l'expérience II	4,66
Dans l'expérience III	11,90

» Ces chiffres donnent la mesure des pertes que les industriels peuvent éprouver par le fait des infiniment petits et des avantages qu'ils retireraient de l'emploi d'antiseptiques aussi efficaces, mais plus économiques que les sels de bismuth. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la fermentation alcoolique de la dextrine et de l'amidon.* Note de MM. **U. Gayon** et **E. Dubourg**, présentée par M. Pasteur.

« Les levures alcooliques (*Saccharomyces*) sont sans action sur les solutions de dextrine et sur l'empois d'amidon ; elles ne saccharifient pas ces substances et ne peuvent, par suite, les faire fermenter. Il en serait de même, d'après M. O'Sullivan, pour la dextrine du moût de bière, que l'on retrouverait intacte, même après un contact prolongé avec le ferment.

» Nous avons rencontré dans une espèce de *Mucor* un nouveau ferment, qui possède la double propriété de fixer l'eau sur la dextrine et

même sur l'amidon et de faire fermenter les produits de cette saccharification. Mais, chose curieuse, ce Mucor, comme le *Mucor circinelloides* étudié par l'un de nous, n'intervertit pas le sucre de canne et ne le transforme pas en alcool. Dans le moût de bière ou dans les solutions de glucose, il se développe immédiatement en grosses cellules-ferments de forme sphérique; dans la dextrine ou l'amidon, il produit d'abord des tubes mycéliens qui se gonflent bientôt, se cloisonnent et s'arrondissent en boules; dans l'eau de levure sucrée, il ne donne qu'un mycélium volumineux et unicellulaire.

» Les levures non inversives, le *S. apiculatus* par exemple, ne font fermenter ni la dextrine ni l'amidon, et diffèrent, à ce point de vue, du Mucor précédent.

» 1° *Fermentation de la dextrine.* — De l'eau de levûre contenant 10 pour 100 de dextrine commerciale a été ensemencée, le 17 août, avec du Mucor pur; une fermentation régulière s'est établie et a donné successivement :

	Sucre réducteur pour 100.	Alcool pour 100.
Le 6 septembre.........	0,32	2,8
Le 14 septembre.........	1,67	4,0
Le 1er octobre..........	2,38	4,2

» Cette expérience montre déjà que le Mucor saccharifie la dextrine, mais on peut encore le prouver de la manière suivante : sur de la levûre de Mucor on a mis une solution de dextrine et maintenu le tout pendant quarante-huit heures à la température de 52°, afin de favoriser l'action des diastases sécrétées par la plante et de diminuer, au contraire, sa puissance comme ferment alcoolique. Voici le résultat :

	Rotation en divisions saccharimétriques.	Sucre réducteur pour 100.	Dextrine pour 100.
Avant............	144,5	0,32	7,33
Après............	117,5	2,52	4,08

» Cette transformation est due à un ferment soluble, qu'on peut isoler par précipitation au moyen de l'alcool; mais la moisissure n'en fournit en quantité appréciable que sous la forme de cellules sphériques, et non sous la forme de mycélium.

» 2° *Fermentation de la bière.* — La dextrine du moût de bière fermente aussi avec notre Mucor. Si l'on prend, par exemple, des bières déjà vieilles, dans lesquelles la levure ordinaire n'agit plus, et si, après en

avoir chassé l'alcool, on y sème de la levure de Mucor, la fermentation recommence et se poursuit jusqu'à l'épuisement complet de la dextrine et du sucre. L'expérience suivante, mise en train le 24 juillet, a été terminée le 1er septembre :

		Rotation en divisions saccharimétriques.	Sucre réducteur pour 100.	Dextrine pour 100.	Alcool formé pour 100.
Bière Grüber	au 24 juillet.....	70	1,14	3,36	»
	au 1er septembre.	0	traces	traces	3,8
Bière Fischer	au 24 juillet.....	114,5	1,56	4,78	»
	au 1er septembre.	2,5	0,10	0,14	4,6
Bière de Bavière	au 24 juillet.....	69,5	0,96	3,46	»
	au 1er septembre.	0	traces	traces	3,7

» Les mêmes bières privées d'alcool, mais ensemencées avec un Saccharomyces jeune, ont conservé leur composition primitive.

» Ces résultats font prévoir que, avec le même moût, la bière faite par le Mucor sera plus alcoolique que la bière faite avec une levure ordinaire. C'est ainsi que, toutes choses égales d'ailleurs, nous avons obtenu :

	Alcool pour 100.
Avec de la levure de brasserie....................	5,2
Avec le Mucor................................	6,5

» 3° *Fermentation de l'amidon.* — L'empois d'amidon fermente avec moins d'énergie que la dextrine ou que le glucose; néanmoins, dans des liqueurs nutritives, il se fluidifie partiellement et dégage de l'acide carbonique en formant de l'alcool. En trois semaines, nous avons :

	Alcool pour 100.
Avec de la levure amidonnée..................	1,5
Avec de la pulpe de pommes de terre............	2,2

» Les matières en fermentation prennent une odeur agréable et éthérée.

» Le Mucor que nous avons étudié n'est pas la première moisissure dans laquelle on ait constaté la propriété de saccharifier l'amidon. On sait en effet que, dans la fabrication du kôji, l'*Eurotium oryzæ* sécrète une diastase qui transforme le riz en un véritable malt propre à devenir une boisson alcoolique sous l'action de certaines levures. Cette plante intervertit même le sucre de canne, mais, contrairement au Mucor, elle ne possède pas le pouvoir ferment. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la réduction du sulfate de cuivre pendant la fermentation du vin.* Note de M. **H. Quantin**, présentée par M. Berthelot.

« Le sulfure de cuivre est le seul composé de ce métal qui puisse rester totalement insoluble dans le moût de raisin; aussi avons-nous pensé que c'est sous cette forme que le cuivre s'élimine dans les vins où il a été introduit. Cette opinion est basée sur des expériences antérieures dans lesquelles nous avons établi que le sulfate de chaux peut être réduit par certains ferments (¹).

» Les faits dont nous allons parler viennent appuyer cette hypothèse.

» Six flacons placés côte à côte ont reçu chacun 4^{lit} de moût de raisin récent.

» Le n° 1 fut conservé comme témoin. Le n° 2 reçut une forte quantité de sulfate de chaux. Le n° 3 fut additionné de $\frac{5}{100000}$ de sulfate de cuivre. Le n° 4 reçut $\frac{10}{100000}$ du même métal. Le n° 5 reçut $\frac{50}{100000}$ du même métal. Le n° 6 reçut $\frac{100}{100000}$ du même métal.

» Les fermentations se sont effectuées parallèlement sans aucune différence appréciable.

» Six jours après l'établissement de la fermentation, le flacon témoin dont le tube abducteur plongeait dans un sel de plomb commença à produire du sulfure de plomb; le même corps apparut à la même date dans la solution plombique correspondant au flacon n° 2; vingt-quatre heures plus tard, un précipité moindre de sulfure de plomb apparut dans le barboteur du n° 3, puis les fermentations s'arrêtèrent sans que les flacons 4, 5 et 6 eussent produit la moindre trace de sulfure de plomb.

» En filtrant *à l'abri de l'air* le liquide trouble du flacon n° 3, nous avons reconnu que la proportion du cuivre n'y dépassait pas $\frac{5}{1000}$ de milligramme par litre; mais, en aérant le liquide trouble, on y constatait après filtration des quantités de cuivre qui croissaient avec la durée de l'exposition à l'air et atteignaient $0^{gr},001$ à $0^{gr},002$ par litre. Ce fait s'explique par l'extrême oxydabilité du sulfure de cuivre précipité.

» Le cuivre a donc disparu du flacon n° 3; nous pensons que le sulfate de cuivre a été directement transformé en sulfure et que le précipité de sulfure de plomb observé provient de l'hydrogène sulfuré produit par la

(¹) *Annales agronomiques,* février 1886.

réduction ultérieure du sulfate de chaux naturellement existant dans le moût; l'addition de plâtre n'a pas influé sur la proportion d'hydrogène sulfuré, parce que le vin contient plus de sulfate que n'en peut réduire le ferment, dont l'action désoxydante est toujours minime. En résumé, à la dose de $0^{gr},05$ par litre, le sulfate de cuivre a entièrement disparu à la suite d'une fermentation en petit; la proportion qui s'éliminerait dans la pratique serait certainement bien supérieure, et déjà cette dose de sel de cuivre est supérieure à celle que peut introduire le traitement du mildew. La réduction du sulfate de cuivre par les ferments suffit donc à elle seule pour assurer l'élimination totale du cuivre dans les vins : elle en est à coup sûr une des causes principales, mais il en résulte qu'il faut éviter d'aérer les lies qui renferment le sulfure de cuivre précipité. »

ZOOLOGIE. — *Sur le genre* Cepon. Note de MM. **A. Giard** et **J. Bonnier**.

« Le genre *Cepon* a été créé en 1840 par Duvernoy pour un Bopyrien de l'île Maurice dont l'hôte est demeuré inconnu. C'est seulement en 1881 qu'un Crustacé du même groupe fut signalé en Europe. Le *Cepon portuni* Kossmann a été trouvé à Naples dans le *Portunus arcuatus*. Plus de dix mille Brachyoures avaient été ouverts à la station zoologique par le pêcheur Salvatore lo Bianco dans le but d'arriver à cette découverte.

» Nous avons été assez heureux pour rencontrer sur les côtes de France deux espèces nouvelles de ce genre peu connu : l'une, *Cepon pilula*, se trouve à Concarneau dans le *Xantho floridus;* l'autre, *Cepon elegans*, n'est pas très rare à Wimereux où elle vit en parasite dans *Pilumnus hirtellus*. Sur toutes les côtes rocheuses du Boulonnais, le *Pilumnus hirtellus* est très abondant dans les roches artificielles formées par les tubes de Hermelles. Nous avons ouvert 1061 de ces Décapodes et recueilli 22 *Cepon* dont 21 portaient leur mâle. Parmi ces parasites, 17 se trouvaient sur des Crabes mâles, 5 sur des femelles.

» Le *Cepon* se place dans le haut de la cavité branchiale, tantôt du côté droit, tantôt du côté gauche, le ventre en haut, la tête tournée vers la tête du Crabe. Deux fois nous avons trouvé le parasite des deux côtés d'un même *Pilumnus*. Dans l'un de ces cas les deux parasites étaient encore jeunes; l'un portait un mâle au stade *Cryptoniscus*, l'autre était une jeune femelle sans mâle. Une seule fois, nous avons observé la coïncidence du *Cepon elegans* et du *Cancrion miser*, Bopyrien du genre *Entione*, parasite

également de *Pilumnus hirtellus*. Comme la plupart des autres Bopyriens, le *Cepon* se trouve principalement sur des crabes jeunes, le parasite arrivant à maturité au moment où le Crabe lui-même serait mûr s'il n'était infesté. Avec un peu d'habitude on reconnaît extérieurement la présence du *Cepon* à un léger gonflement de la carapace.

» Contrairement à l'affirmation de R. Walz, la femelle adulte des *Cepon* n'est pas symétrique. Suivant que le parasite se trouve à droite ou à gauche du Crabe, il se courbe dans un sens ou dans l'autre. Toutefois, chez les espèces que nous avons étudiées, la déformation ne paraît pas s'étendre à la région abdominale comme chez le *Cepon portuni*. Même du côté ventral l'asymétrie se manifeste par la façon dont se recouvrent les lames incubatrices. Dans un *Cepon droit* par exemple (nous désignons ainsi ceux qui sont placés à droite du Crabe), les lames du côté droit recouvrent celles du côté gauche.

» Chez tous les Bopyriens que nous avons examinés ces lames ventrales thoraciques sont constamment au nombre de cinq paires. C'est par erreur que Milne-Edwards, dans le *Règne animal*, en indique un plus grand nombre chez *Ione thoracica*. Une erreur semblable a sans doute été commise par Kossmann dans la figure qu'il a publiée de *Gigantione Moebii*. La première paire de lames est presque entièrement couverte par celles qui la suivent; cette première paire est profondément modifiée et paraît jouer un rôle important pour la circulation de l'eau dans la chambre incubatrice. Les pattes-mâchoires, animées d'un mouvement continuel, sont les agents les plus actifs de cette circulation.

» Les quatre paires d'épaulettes sont beaucoup moins développées chez *Cepon elegans* et *C. pilula* que chez *Cepon typus* Duvernoy et même chez *Cepon portuni* Kossmann. On ne trouve aussi que des traces des lames épiméroïdes thoraciques si accentuées chez les *Ione* et *Gigantione*. Au contraire, les pointes médianes dorsales sont bien plus fortes que chez les autres *Cepon* et elles existent sur les quatre derniers segments thoraciques.

» Kossmann a cru trouver dans la morphologie du pléon un caractère distinctif important entre les genres *Cepon* et *Ione*. D'après lui, chez les *Ione*, les appendices du pléon se composent de six paires d'épiméroïdes ramifiés, plus six pléopodoïdes biramés dont la rame interne lancéolée se recourbe vers la ligne médiane ventrale, tandis que la rame externe, cylindrique et couverte de protubérances, s'étend latéralement. Chez les *Cepon* au contraire, il y aurait une paire terminale de pléopodes uniramés, et cinq paires de pléopodoïdes biramés; les épiméroïdes n'existeraient pas. Cette

description ne peut s'appliquer aux *Cepon* que nous avons étudiés; chez le *C. pilula* et chez le *C. elegans,* les cinq premiers pléopodoïdes présentent, du côté ventral, un appendice lancéolé tout à fait comparable à celui des *Ione* et latéralement deux appendices cylindriques tuberculés, dont l'un inférieur, dirigé un peu vers la partie postérieure de l'animal, correspond à la rame externe des *Ione*, tandis que l'autre, supérieur et dirigé (chez l'animal jeune) vers la partie antérieure du corps, présente absolument l'aspect d'un épiméroïde dorsal. La seule différence avec les *Ione* consiste en ce que le sixième pléopodoïde n'a pas de lame ventrale lancéolée et est réduit à une rame cylindroïde. Nous ne pouvons considérer, comme le fait Kossmann, l'appendice en crochet qui termine l'abdomen des *Ione* comme un septième pléopode. Pour nous, cet appendice est plutôt l'homologue des crochets qui terminent le pygidium des mâles d'*Entione*.

» Duvernoy n'a pas connu le mâle du *Cepon*. Il a figuré comme mâles de jeunes femelles non entièrement transformées. Le mâle de *Cepon pilula* et celui de *Cepon elegans* diffèrent considérablement de celui du *Cepon portuni*. Ce dernier n'a pas d'appendices au pléon : les premiers ont, comme le mâle de *Gigantione,* cinq pléopodes rudimentaires sur les cinq segments abdominaux qui précèdent le pygidium.

» En résumé, les *Cepon* des Cancridés sont par rapport aux *Cepon* des Portunidés ce que les *Cancrion* sont par rapport aux *Portunion* dans le groupe des *Entione*. Ils représentent une forme moins profondément modifiée et occupent dans l'arbre zoologique une position en rapport avec celle de leurs hôtes.

» L'embryon de *Cepon elegans* ressemble beaucoup à celui de *Phryxus paguri*. Le tube médian qui termine le pygidium est toutefois beaucoup plus long et obliquement tronqué de bas en haut à son extrémité. Nous avons signalé récemment chez les *Entione* l'existence d'une phase embryonnaire *Cryptoniscus* succédant à la première forme larvaire. Nous avons observé le même état sur un jeune *Cepon elegans* mâle. Walz et Kossmann ont rencontré le stade correspondant chez *Bopyrina virbii*. Fritz Müller, Hesse et l'un de nous l'ont également observé chez les *Phryxus*.

» On peut donc considérer cette deuxième larve comme appartenant à tous les Bopyriens. Nous avons tout lieu de supposer que c'est sous cette deuxième forme que les Bopyriens pénètrent dans leur hôte. Nous avons, en effet, gardé vivantes pendant plus de vingt jours des larves de la première forme qui n'ont subi pendant ce laps de temps aucune transformation et se sont montrées rebelles à nos essais d'infection. Ces embryons,

après avoir acquis pendant plusieurs jours une vigueur croissante, sont morts brusquement, sans doute au moment critique de la transformation en larves *Cryptoniscus*. »

ZOOLOGIE. — *Des homologies des larves de Comatules*. Note de M. **J. Barrois**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Les larves de Comatules n'ont, jusqu'ici, été comparées qu'aux larves des Holothuries à plusieurs cercles ciliaires, en regardant comme antérieure la partie de la larve qui formera le calice, et comme postérieure celle qui formera le pédoncule. Cette théorie, qui fait d'un Crinoïde quelque chose de comparable à une Holothurie fixée par son extrémité postérieure amincie en pédoncule, est, ainsi qu'il résulte de mes recherches, confirmée par l'évolution de la poche tentaculaire. (De part et d'autre, cette poche prend naissance d'une invagination de l'exoderme située au niveau du troisième cercle ciliaire, et qui perd ensuite ses relations avec la face ventrale pour venir déboucher au sommet de l'extrémité antérieure.) Mais la même théorie est complètement contredite par un autre caractère d'une valeur supérieure, qui consiste dans la situation des deux ouvertures primitives de l'embryon, telle que je l'ai fait connaître dans une Note précédente. On arrive, en se basant sur ce caractère fondamental, à une nouvelle conception qu'il me reste à exposer.

» Le développement nous apprend que la fermeture du blastophore s'effectue non loin de l'endroit où apparaîtra plus tard l'ouverture du calice, et que la fossette ventrale des auteurs correspond comme situation à l'invagination buccale des autres larves d'Échinodermes.

» Il en résulte que, au lieu de considérer comme antérieure la région du calice, et comme postérieure la région du pédoncule, nous devons, au contraire, regarder comme antérieure la portion de la larve qui devient le pédoncule, et comme postérieure celle qui devient le calice, de sorte que le Pentacrine ne peut être considéré comme provenant d'une larve fixée par sa partie postérieure, mais, au contraire, d'une larve fixée par sa partie antérieure, par son lobe préoral.

» Si, maintenant, nous passons aux homologies, nous trouvons que ce type de développement ne peut être comparé qu'aux larves dont la partie postérieure entière se transforme en Échinoderme, tandis que leur portion antérieure est d'existence provisoire.

» De ce nombre sont les Échinides et les Étoiles de mer. Des recherches encore inédites sur la métamorphose des Oursins m'ont amené à conclure que la larve (abstraction faite des organes purement accessoires, bras, frange ciliaire) devait être considérée comme composée de deux parties : l'antérieure formée par la portion saillante au-dessus de la subombrelle, et qui comprend le lobe préoral, plus la région œsophagienne; la postérieure composée de tout le reste du corps.

» Dans la métamorphose, la première de ces deux parties se détache à sa base, tandis que la seconde tout entière se transforme en Oursin.

» On peut voir, dans ces deux parties constitutives des Pluteus d'Échinides, des parties correspondant aux deux divisions fondamentales (calice et pédoncule) des larves de Comatules : leur destinée est la même, seulement la région antérieure, caduque, des Pluteus d'Échinides ne se fixe jamais et tombe plus tôt.

» Quant à la concordance, signalée en commençant, entre l'évolution de la poche tentaculaire des Comatules et Holothuries, elle semble exister tout aussi bien entre les Comatules et les Oursins, où nous retrouvons l'homologue de cette poche dans la partie désignée par Metschnikoff sous le nom d'*amnios*. »

ANTHROPOLOGIE. — *Sur les habitants de la grotte de la Bêche-aux-Roches.* Lettre de MM. **Marcel de Puydt** et **Max. Lohest.**

« Le 6 septembre dernier, M. de Quatrefages a présenté à l'Académie une Note de M. de Nadaillac : « Sur la découverte faite, en Belgique, d'une *sépulture* de l'âge du Mammouth et du Rhinocéros. » (*Comptes rendus*, t. CIII, p. 490).

» Dans cette Note, M. de Nadaillac nous fait l'honneur de parler du Mémoire que nous avons présenté sur la grotte de la Bêche-aux-Roches, commune de Spy, au congrès de la fédération archéologique et historique de Belgique, tenu à Namur les 18 et 19 août.

» Après avoir résumé notre description géologique et paléontologique des niveaux de la caverne, et les caractères anthropologiques des crânes, M. de Nadaillac ajoute :

« La race de Neanderthal, que M. de Quatrefages a montrée persistant à travers les âges, à des degrés différents, et se montrant même de nos jours, sans être incompatible avec un développement intellectuel très accusé, a vécu sur les bords de la Meuse dès les temps les plus reculés. Ces hommes taillaient les silex, utilisaient les

ossements d'animaux, *les défenses du Mammouth, fabriquaient des vases en terre cuite au feu, enterraient leurs morts,* possédaient enfin les premiers rudiments de la civilisation. »

» Ces conclusions sont *personnelles* à l'auteur. Nous faisons nos réserves sur tout ce qui concerne l'idée d'une sépulture. Les constatations géologiques ne nous ont jamais permis de déclarer que les premiers habitants de la grotte « enterraient leurs morts ». Les ossements humains gisaient même à la partie *supérieure* du niveau inférieur, ils étaient immédiatement recouverts par la brèche très duré formant le second niveau ossifère, et le seul squelette dont il nous a été possible de déterminer la position a été trouvé couché sur le côté, la main appuyée contre la mâchoire inférieure. Les objets recueillis au niveau des squelettes peuvent seuls être considérés comme ayant été utilisés par les hommes de Spy et nous n'y avons remarqué ni ivoire travaillé, ni vase en terre cuite au feu. Les débris de poterie proviennent du *second niveau* ossifère, lequel peut être considérablement moins ancien que celui qu'il recouvre. Des défenses de Mammouth ont été trouvées non loin des crânes, mais elles ne portaient aucune trace d'un travail intentionnel.

» Admettre les conclusions précitées, ce serait, selon nous, confondre les produits si variés du deuxième niveau avec les produits de l'industrie relativement rudimentaire des hommes de la race de Neanderthal qui ont habité les bords de l'Orneau ».

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les affinités des flores éocènes de la France occidentale et de la province de Saxe.* Note de M. **Louis Crié**, présentée par M. Chatin.

« Je me propose aujourd'hui d'attirer l'attention des botanistes et des géologues sur les espèces végétales qui font ressortir la parenté entre la flore éocène de la Sarthe et de Maine-et-Loire et celle de Skopau, de Dorstewitz, de Bornstedt et de Stedten, en Saxe. J'ai déjà signalé dans la flore du Mans l'*Asplenium cenomanense* Crié, le *Lygodium fyeense* Crié et le *Pteris fyeensis* Crié, qui semblent correspondre trait pour trait aux *Asplenium subcretaceum* Sap., *Lygodium serratum* Fried., et *Pteris parschlugiana* Ung., des dépôts de Dorstewitz (Saxe) [1].

---

[1] L. Crié, *Sur les affinités des Fougères de la France occidentale et de la province de Saxe* (*Comptes rendus,* 6 septembre 1886).

» Les Gymnospermes sont représentées dans la flore éocène de la Sarthe, de Maine-et-Loire et de la Vendée, par l'*Araucarites Roginei* Sap., qui fait partie du groupe dont l'*Araucarites Sternbergii* Goepp. est le type. Au *Quercus drymeja* Ung. de Skopau correspond le *Quercus palæodrymeja* Sap., que j'ai décrit et figuré dans mon premier travail sur la flore éocène du Mans et d'Angers. Une nouvelle espèce de Quercinée, le *Quercus Friedrichi* Crié, fait aussi partie de la végétation éocène de Stedten (Saxe) et de Saint-Aubin (Sarthe). Je signalerai encore dans les mêmes dépôts tertiaires de la Sarthe, de Maine-et-Loire et de la Saxe, l'existence d'un *Myrica,* le *Myrica angustata* Schimp., remarquable par le polymorphisme de ses feuilles. A cette espèce se rattachent très étroitement les *Myricophyllum gracile* Sap., des gypses d'Aix, *Myricophyllum zachariense* Sap., des calcaires marneux de Saint-Zacharie (¹), *Myricophyllum rhedonense* Crié, des argiles tongriennes des Brûlais (²) (Ille-et-Vilaine) et le *Myrica vindobonensis* Etting, des couches miocènes de la Grèce. En comparant entre elles ces diverses formes, on reconnaît facilement dans la marge plus ou moins régulièrement découpée du limbe des variations analogues et correspondantes à celles que plusieurs Myricées produisent dans la flore actuelle. Ces espèces pourraient bien représenter les prototypes éocènes ou miocènes, soit en Europe, soit ailleurs, des *Myrica æthiopica* et *serrata,* qui sont aujourd'hui des plantes des régions chaudes de l'Afrique.

On peut comparer les *Nerium sarthacense* Sap., *Lomatites cenomanensis, Celastrus cenomanensis* Crié, des grès de la Sarthe, aux *Apocynophyllum neriifolium* Heer., *Grevillea nervosa* Ung. et *Celastrus Andromedæ,* de Skopau.

Mais la liaison entre les deux flores éocènes de la France occidentale et de la Saxe se trahit surtout par la présence commune des *Lygodium Kaulfussi* Heer., *Myrica æmula* Heer., *Myrica Germani* Heer., *Dryandroides lævigata* Heer., *Quercus furcinervis* Unger., *Quercus Sprengelii* Heer., *Ficus Giebelii* Heer., *Myrsine formosa* Heer., *Eucalyptus oceanica* Ung., *Callistenophyllum Giebelii* Heer. (³), *Diospyros vetusta* Heer., *Daphnogene polymorpha* Ett., *Sterculia Labrusca* Ung., *Phyllites amplus* Heer. »

(¹) G. DE SAPORTA, *Études sur la végétation du sud-est de la France à l'époque tertiaire* (*Annales des Sciences naturelles,* 4ᵉ série, t. XIX, 1863).

(²) L. CRIÉ, *Recherches sur la végétation miocène de la Bretagne* (*Comptes rendus,* juillet 1886).

(³) J'incline à voir en cette empreinte les jeunes feuilles du *Nerium sarthacense* et celles de l'*Apocynophyllum neriifolium.*

PATHOLOGIE COMPARÉE. — *D'une maladie grave, analogue au scorbut, observée chez certains reptiles.* Note de M. **Magitot**, présentée par M. de Quatrefages.

« Il y a déjà plusieurs années, notre ami le professeur Léon Vaillant avait remarqué chez certains reptiles de la ménagerie du Muséum, et particulièrement chez les Ophidiens, une maladie singulière qui paraissait avoir pour siège principal la cavité buccale, avec déformation et gonflement de la tête et quelques autres phénomènes sur le tégument extérieur.

» Cette maladie avait attiré à plusieurs reprises l'attention, non seulement de M. Vaillant, mais encore des employés et gardiens de l'ancienne Ménagerie, ou de la nouvelle, et spécialement de M. Desguez. Cependant elle ne paraît avoir été décrite par aucun auteur. Elle est loin d'être rare; car, en réunissant les cas que nous avons observés nous-même à la ménagerie du Muséum à ceux que nous avons pu retrouver dans une enquête rétrospective, nous sommes parvenu au chiffre de plus de trente cas bien caractérisés : elle est du reste connue dans les ménageries de reptiles, où elle cause une grande mortalité sous le nom vulgaire de *mal de gueule*. Nous verrons plus loin comment se répartissent par espèces les cas observés; mais il nous faut établir d'abord quels sont les caractères essentiels de l'affection.

» Nos études sur cette maladie chez plusieurs sujets de la Ménagerie, et en particulier chez un Python molure, nous permettront de décrire les lésions pathologiques. Ce Python est entré à la Ménagerie en mai 1878. Il fut pris, il y a environ deux ans, et sans cause appréciable, des accidents que nous avons observés. La tête est absolument déformée; de telle sorte qu'au lieu d'être amincie et effilée antérieurement, ce qui est l'état normal, elle est comme sphéroïdale. Cette déformation est due au gonflement considérable des deux côtés de la mâchoire supérieure. La peau et les écailles cervicales ne présentent cependant rien de particulier, mais les yeux sont atteints par le gonflement, et frappés d'exophtalmie. En outre, la cornée est opaque et la vision est abolie.

» La muqueuse qui revêt la mâchoire supérieure est rouge, injectée, parsemée de foyers purulents. On remarque en outre en dehors, au voisinage de la peau, deux bourrelets de muqueuse qui pendent en réalité hors de la gueule. La double rangée de dents qui garnissent la mâchoire supé-

rieure est entièrement désorganisée : un grand nombre sont tombées, quelques autres sont en place, mais déviées et ébranlées. Sur plusieurs points on remarque du gonflement, de la rougeur, un état fongueux de la muqueuse, de véritables ulcérations avec des amas de matière concrète, blanchâtre et épaisse comme du mastic. C'est le pus, tel qu'il s'observe chez les reptiles. Quant à la mâchoire inférieure, elle est ordinairement moins atteinte, parfois même entièrement saine.

» Mais les lésions anatomiques ne se bornent pas à la muqueuse buccale. Autour de la tête et au voisinage de la région cervicale, on rencontre ces tubérosités déjà signalées par Duméril et Sénéchal sous le nom de *kystes* et qui semblent être pour nous des ganglions lymphatiques enflammés. Enfin, plusieurs points de la peau, et en particulier les interstices des écailles ventrales, sont le siège de traînées ou plaques érythémateuses dont l'aspect rappelle assez bien les plaques pétéchiales. A ces différents signes objectifs, il faut ajouter d'abord que les sujets atteints de cette affection éprouvent des difficultés plus ou moins grandes à saisir leur proie ; ils deviennent nonchalants, se refroidissent et meurent. La durée de l'affection est toutefois fort grande : le Python qui vient de succomber a été deux ans malade.

» L'examen du mucus buccal a été entrepris au point de vue de l'existence présumée d'organismes qui pouvaient être les agents de la maladie. Cette recherche a été faite au laboratoire de M. Pasteur et avec l'assistance obligeante de M. le Dr Roux. Nous avons reconnu alors l'existence de bacilles dont le caractère et le nombre sont tels que, suivant l'expression de M. Pasteur, ils ont certainement *une influence pathogène*. Ces bacilles, qui ne se rencontrent pas dans le mucus normal, sont très abondants; ils paraissent purs, c'est-à-dire sans mélange d'aucun autre organisme. Ce sont des bâtonnets de 0^{mm},001 à 0^{mm},002 de largeur, se colorant par les couleurs d'aniline, le bleu de gentiane et les autres agents usités en pareil cas. Si maintenant, reprenant les considérations cliniques, nous groupons les cas observés depuis une dizaine d'années à la ménagerie, et dans lesquels la maladie a été exactement reconnue, nous arrivons au résultat suivant.

» Nous commencons par énumérer les observations de M. Desguez :

» 1° Un Télescope (couleuvre d'Égypte), mort en 1875. 2° Un Crotale, mort vers la même époque. 3° Deux Bothrops, morts. 4° Un Boa constrictor, malade en 1876, guéri. 5° Deux grands Lézards varan du désert, malades en 1876, morts. 6° Un Crotale entré malade le 19 janvier 1882, mort le 15 novembre suivant, sans avoir voulu manger une seule fois. 7° Deux Pythons, morts. 8° Un grand Python molure, guéri après plusieurs mois de maladie. 9° Le Python observé récemment par nous et qui vient de

mourir. 10° Un grand Lézard varan de Sumatra, malade en ce moment. 11° Une Couleuvre (*tropidonotus faciatus*) également malade en ce moment avec les phénomènes ordinaires : gonflement, déformation de la tête, boursouflement des yeux, cécité, ulcérations sanguinolentes de la gueule, raies jaunâtres aux écailles ventrales, etc. 12° Les quatre autopsies de Jacquart citées plus haut.

» Ceci porte à dix-huit le nombre des sujets malades à la Ménagerie. A ce nombre il faut ajouter les pensionnaires nombreux que reçoit pendant l'hiver le Muséum, et qui proviennent des ménageries ambulantes. Chez ces dernières la mortalité est considérable, presque constante, c'est-à-dire que c'est précisément à cette affection que succombent si fréquemment les serpents exhibés dans les foires. La cause ici n'est pas difficile à trouver : c'est encore l'absence complète de soins de propreté, l'encombrement, le défaut de nourriture, le refroidissement. C'est ainsi qu'une vingtaine environ de Boas et Pythons sont morts à la Ménagerie, entrés malades par suite de mauvais traitements. Nous arrivons ainsi au chiffre de trente-quatre sujets atteints de *mal de gueule*, sur lesquels trois seulement ont survécu.

» Ces faits établissent, en outre, de la manière la plus nette, le mécanisme de production de la maladie, et les conditions de son développement.

» Ces considérations ne seraient pas complètes si nous n'y ajoutions certaines remarques touchant la nature infectieuse et la contagiosité de la maladie. Plusieurs observations de M. Desguez établissent clairement que la cohabitation de certains Reptiles avec un individu malade produit presque inévitablement la contagion. Des Couleuvres, des Lézards placés dans les cases d'un Boa affecté ont été malades à leur tour; cependant nous devons dire que nos tentatives d'inoculation du pus d'un individu affecté à un autre n'ont pas donné de résultat jusqu'à ce jour.

» *Conclusions.* — 1° Il existe chez les Reptiles, et plus communément chez les Ophidiens, une affection non décrite jusqu'à présent et qui occupe la gueule et les régions voisines, s'accompagnant de phénomènes généraux et de certains symptômes cutanés. Cette affection, grave, le plus souvent mortelle, paraît être tout à fait comparable au scorbut.

» 2° Les lésions anatomiques, observées chez les sujets malades ou à l'autopsie, sont : inflammation de la muqueuse buccale, abcès, hémorrhagies, ulcération, chute des dents, plaques cutanées d'apparence hémorrhagique, inflammation des ganglions lymphatiques de la tête et du cou, etc.

» 3° Les causes et le mécanisme de production de la maladie sont analogues à ceux qui amènent le scorbut : l'encombrement, l'humidité, le refroidissement, et en général toutes les mauvaises conditions hygiéniques.

» 4° L'étude microscopique du mucus buccal chez les sujets malades a conduit à la découverte d'un nombre considérable de *bacilles,* que M. Pasteur n'hésite pas à regarder comme les agents morbides.

» 5° La maladie est susceptible de guérison, soit spontanée, soit provoquée par la suppression des conditions susdites de son développement, c'est-à-dire par l'installation dans un milieu convenablement chauffé, privé d'humidité et pourvu de toutes les conditions de propreté.

» 6°. Les applications astringentes locales, teintures végétales, la teinture d'iode, l'acide chromique faible, paraissent modifier sensiblement l'état de la muqueuse buccale chez les sujets dont la maladie n'est pas trop avancée. Toutefois, l'issue la plus ordinaire est la mort. »

MÉDECINE. — *Sur un procédé technique de diagnose des* Gonococci. Note de M. **Gabriel Roux**, présentée par M. Charcot.

« Le *Gonococcus* de Neisser, dans la grande majorité des cas, par son habitat particulier, son séjour intracellulaire fréquent, se distingue suffisamment d'avec les autres *Cocci*, mais non sûrement.

» Il est des cas douteux où l'affirmation sans restriction est nécessaire et pourtant difficile; et, pour ces cas rares, mais possibles, nous proposons le procédé de technique suivant, dont nous nous croyons en droit de garantir l'exactitude.

» Lorsque dans un liquide organique quelconque renfermant des micro-organismes on veut déceler la présence de ces derniers par l'élégante méthode dite « de double coloration », on a ordinairement recours au procédé de Gram, c'est-à-dire qu'après avoir coloré la préparation préalablement desséchée par le bleu de méthyle ou le violet de gentiane, par exemple, on lui fait subir pendant deux ou trois minutes l'action du liquide iodo-ioduré formulé par Gram, qui possède la propriété de fixer les couleurs d'aniline sur les microbes exclusivement et non sur les éléments anatomiques; on décolore ensuite par l'alcool, on traite par l'eau distillée, et l'on recolore à l'éosine. La préparation fait alors très bien ressortir en bleu ou en violet les micro-organismes sur le fond rose des cellules épithéliales ou des leucocytes.

» Or l'expérience maintes fois répétée nous a démontré que ce procédé, applicable aux examens de pus quelconque, aux sécrétions buccales, pharyngiennes, bronchiques, etc., ne l'est absolument pas au *pus blennorrha-*

gique; ce dernier, traité de cette façon, donne constamment un résultat négatif, si le *Gonococcus* seul y préexiste.

» En d'autres termes et pour conclure, le liquide de Gram ne fixe pas les couleurs basiques d'aniline sur les *Gonococci* qui, soumis à l'alcool, se décolorent en même temps que les éléments anatomiques et ne sont plus que très difficilement reconnaissables à l'examen microscopique. Nous nous réservons de démontrer plus tard qu'il en est de même de certains bacilles. Tel n'est pas le cas pour les autres *Cocci* que nous avons observés, tels que les *Micrococci* normaux de la bouche, du pharynx, des bronches, etc., le *Micrococcus ureæ,* les *Diplococci* de la pneumonie et des selles normales, les *Streptococci* et les *Staphyllococci* de divers ordres.

» Il est donc *toujours possible,* dans les *cas douteux,* après avoir constaté la présence des *Gonococci* par la coloration au violet de gentiane ou autre, employé seul et sans addition d'alcool, de reconnaître la véritable nature de ces derniers en faisant agir sur la même préparation (examinée d'abord dans l'eau) successivement le liquide de Gram et l'alcool.

» *S'il y a disparition absolue des* Cocci, *ce sont bien ceux de Neisser;* s'ils persistent, au contraire, avec leur coloration violette, il y a lieu d'émettre des doutes sur la nature blennorrhagique de l'affection en cause et de rechercher sa véritable nature [1]. »

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 26 OCTOBRE 1886.

Bibliothèque ethnologique. Histoire générale des races humaines. Introduction à l'étude des races humaines; par A. DE QUATREFAGES. *Questions générales.* Paris, A. Hennuyer, 1887; in-8°.

---

[1] Les observations qui font l'objet de cette Note ont été poursuivies dans le laboratoire de la Clinique médicale de M. le professeur R. Lépine, à la Faculté de Médecine de Lyon.

Muséum d'Histoire naturelle. Rapports annuels de MM. les Professeurs et Chefs de service, 1885, Paris, 1886; in-8°.

De l'intervention chirurgicale dans les affections du rein; par A. BRODEUR. Paris, G. Masson, 1886; in-8°. (Présenté par M. Gosselin pour le concours Godard de l'année 1887.)

Du refroidissement dans la pathogénie de la pneumonie; par le Dr LAGOUT, d'Aigueperse. Paris, Alcan-Lévy, 1886; br. in-8°. (Présentée par M. Gosselin.)

De l'antipyrine dans la thérapeutique infantile; par le Dr MONCORVO. Paris, O. Berthier, 1886; in-8°. (Présenté par M. Gosselin.)

De la panophthalmie. Ses causes, sa prophylaxie, son traitement. Nouveau procédé d'extirpation de l'œil dans cette affection; par le Dr E. ROLLAND. Paris, O. Doin, 1886; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Leçons sur la théorie générale de l'action chimique, professées à l'École de Médecine; par E. MAUMENÉ. Amiens, Rousseau-Leroy; Paris, Delhomme et Briguet, 1887; in-12.

La saignée d'Hippocrate; par le Dr P.-M. DECHAUX. Paris, J.-B. Baillière, 1886; in-12.

Sur la présence de l'acide glyoxylique dans les végétaux; par H. BRUNNER et E. CHUARD. Lausanne, impr. Corbaz, 1886; br. in-8°.

Recherches expérimentales sur l'influence du magnétisme sur la polarisation dans les diélectriques; par E. VAN AUBEL. 2e Note. Bruxelles, F. Hayez, 1886; br. in-8°.

Pourquoi les éléments de la matière vivante ont-ils des poids atomiques peu élevés? par L. ERRERA. Messina, G. Capra, 1886; br. in-8°.

Observations of the international polar expeditions, 1882-83. Fort Rae, London, printed by Eyre and Spottiswoode, 1886; in-4° relié. (Deux exemplaires.)

Hourly readings, 1883; Part III, July to September. — *Meteorological observations at stations of the second order for the year* 1881. London, J.-D. Potter, 1886; 2 vol. in-4°.

El colera en Valencia en 1885, etc. Valencia, impr. Manuel Alufre, 1886; in-8°.

Annuario della R. Universita degli Studi di Padova per l'anno scolastico 1885-86. *Orazione inaugurale.* Padova, tip. G.-B. Randi, 1886; in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 2 NOVEMBRE 1886.

La mesure du mètre. Dangers et aventures des savants qui l'ont déterminée; par W. DE FONVIELLE. Paris, Hachette, 1886; in-12.

Ville de Lyon. Note sur l'état actuel de la question des eaux de Lyon; par A. DUMONT. Lyon, 1886; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Traité pratique et théorique de la lèpre; par H. LELOIR. Paris, aux bureaux du *Progrès médical* et chez Delahaye et Lecrosnier, 1886; in-4°. (Adressé par l'auteur au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Imitation des anneaux électrochimiques par les courants d'eau continus et des effets de polarité; par C. DECHARME. Amiens, H. Yvert, 1886; br. in-8°.

Hypothèses sur l'origine de la chaleur et la nature du Soleil, formulées par B.-A. DAVALOS. Buenos-Aires, 1886; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Considérations sommaires tendant à faciliter la revision du régime quarantenaire; par le Dr SIRUS-PIRONDI. Marseille, typogr. Barlatier-Feissat, 1886; br. in-8°.

Results of astronomical and meteorological observations made at the Radcliffe observatory, Oxford, in the year 1883; Vol. XLI. Oxford, James Parker, 1886; in-8° relié.

Journal and proceedings of the Royal Society of New South Wales for 1884; Vol. XVIII. Sydney, Thomas Richards, 1885; in-8° relié.

Law of heat. Original observations. Expansion of ice in harmony with the general law; by MARIA REMINGTON HEMIUP. Geneva, N. Y., 1886; in-8° relié.

Memoir of John William Draper 1811-1882; *by* G.-F. BARKER, read before the national Academy, April 21, 1886. Sans lieu; in-8° relié.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 8 NOVEMBRE 1886.

Rapport général sur les travaux du Conseil d'hygiène publique et de salubrité du département de la Seine, depuis 1881 *jusqu'à* 1883 *inclusivement; par* M. CH. PATIN. Publié par ordre de M. GRAGNON, préfet de police. Paris, impr. Chaix, 1886; in-4°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Mémoires de la Société géologique de France. Troisième série, T. IV, II : *Les Foraminifères et les Ostracodes du Fuller's-Earth des environs de Varsovie; par* M. O. TERQUEM. Paris, au local de la Société, rue des Grands-Augustins, 7, 1886; in-4°. (Présenté par M. Gaudry.)

Société des Sciences médicales de Gannat. Compte rendu des travaux de l'année 1885-1886, *présenté dans la séance du* 5 *juin* 1886; *par* M. A. MALLAT. Paris, Delahaye et Lecrosnier, 1886; in-8°.

Conférences agricoles du Concours régional d'Agen, faites sous les auspices des Sociétés d'Agriculture de Lot-et-Garonne, du 19 *mai au* 22 *mai* 1886. Agen, impr. V. Lenthéric, 1886; in-12.

Nouveau Dictionnaire de Médecine et de Chirurgie pratiques, publié sous la direction de M. JACCOUD. T. XL, ZYM. *Supplément. Table analytique des matières*. Paris, J.-B. Baillière, 1886; in-8°.

Note sur la trépanation du crâne dans la principauté du Montenegro; par A. VÉDRÈNES. Paris, G. Masson, 1886; in-8°. (Extrait de la *Revue d'Anthropologie*.) (Présenté par M. le baron Larrey.)

Géologie de Jersey; par le P. CH. NOURY. Paris, F. Savy; Jersey, Le Feuvre, 1886; in-8°.

L'aurore boréale. Étude générale des phénomènes produits par les courants électriques de l'atmosphère; par M. S. LEMSTRÖM. Paris, Gauthier-Villars, 1886; in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

Monographie des Scalidœ vivants et fossiles; par E. DE BOURY. Partie I : Sous-genre *Crisposcala;* fasc. I. Paris, Comptoir géologique de Paris, 1886; in-4°. (Présenté par M. Hébert.)

La Société « les Prévoyants de l'avenir ». Étude; par M. P. DE LAFITTE. Agen, Michel et Médan, 1886; opusc. in-8°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Sur le nombre de retraités que doit prévoir une Société de secours mutuels pour le temps où elle sera définitivement constituée; par M. P. DE LAFITTE. Agen, impr. Vve Lamy, 1886; opusc. in-8°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Report oj the fifty-fifth meeting of the british Association for the advancement of Science; held at Aberdeen in september 1885. London, J. Murray, 1886; in-8° relié.

Philosophical Transactions of the Royal Society of London for the year 1885. Vol. 176, Part I, II. London, printed by Harrison and Sons, 1886; 2 vol. in-4°.

The Royal Society, 30th *november* 1885. London, Harrison and Sons, 1886; in-4°.

The transactions of the Linnean Society of London; Vol. II, Part 12, 15, 16 et 17; Vol. III, Part 4. London, 1885-1886; 5 livr. in-4°.

The « Beaufort », artificial arms and legs for the crippled poor; by H. H. Maxwell. London, printed by Roberts, Son and C°, 1886; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

The Journal of the Linnean Society; Vol. XIX, *Zoology*, n°s 109 à 113; Vol. XXI, *Botany*, n°s 138 à 144; Vol. XXIII, *Botany*, n° 150. London, 1885-1886; 11 numéros in-8°.

List of the Linnean Society of London, session 1885-1886, november. London, 1886; in-8°.

Reale Istituto lombardo di Scienze e Lettere. Rendiconti; Série II, Vol. XVII. Milano, Napoli, Pisa, U. Hoepli, 1884; in-8°.

Atti della Societa italiana di Scienze naturali; Vol. XXVII, fasc. 1, 2, 3, 4; Vol. XXVIII, fasc. 1, 2, 3, 4. Milano, Bernardoni, 1884-1886; 6 livr. in-8°.

Die Stärkefabrikation in Verbindung mit der Dextrin- und Traubenzucker-fabrikation; von Ladislaus von Wagner. Braunschweig, F. Vieweg, 1886; in-8°. (Présenté par M. Pasteur.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 NOVEMBRE 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture des Lettres suivantes, qui lui ont été adressées par M. le Président du Conseil des Ministres :

« Paris, le 13 novembre 1886.

» Monsieur le Secrétaire perpétuel,

» J'ai la douloureuse mission de vous annoncer la mort de notre Collègue M. Paul Bert.

» L'Académie des Sciences s'associera, j'en suis convaincu, aux regrets de la France entière, en apprenant la perte d'un de ses Membres les plus éminents qui, dans les hautes fonctions où l'avait appelé la confiance de M. le Président de la République, considérait toujours comme son apanage le plus précieux le titre de Membre de l'Institut.

» Agréez, Monsieur le Secrétaire perpétuel, les assurances de ma haute considération.

» Ch. de Freycinet. »

« Paris, le 15 novembre 1886.

» Mon cher Confrère,

» Je comptais me rendre à l'Institut aujourd'hui pour dire quelques mots sur notre regretté Paul Bert. J'en suis malheureusement empêché par la discussion du Budget, qui nécessite ma présence à la Chambre à ce même moment. Je vous prierai de faire savoir le motif qui me tient éloigné de l'Académie dans cette triste circonstance.

» Votre tout dévoué,

» Ch. de Freycinet. »

M. le **Président** se lève et prononce les paroles suivantes :

« Messieurs,

» L'Académie connaît déjà le nouveau deuil qui l'afflige : je n'ai donc pas la douloureuse mission de vous l'annoncer. Il me reste cependant un devoir à remplir : votre Président doit être l'interprète de vos regrets. M. Paul Bert est mort au Tonkin, dans l'exercice de ses importantes fonctions, sur un champ de bataille dont il n'ignorait pas les dangers. Vous ne pouvez avoir oublié la tristesse émue de ses adieux : il semblait qu'il eût le pressentiment du sort qui l'attendait dans ces contrées lointaines.

» Quelque intérêt que pût offrir la mission délicate confiée à notre Confrère, nous aurions peut-être le droit de nous plaindre que la Politique soit venue disputer à la Physiologie ces heures déjà comptées qui appartenaient à d'autres devoirs. La Science, de sa nature, est jalouse : elle n'admet guère les affections partagées. J'ai la confiance, messieurs, de répondre à votre pensée, de parler avec votre assentiment le plus complet, quand j'affirme que les remarquables travaux de M. Paul Bert auraient amplement suffi à préserver et à honorer sa mémoire.

» Nul n'en pourra douter après avoir entendu la voix autorisée de notre éminent Secrétaire perpétuel, M. Vulpian, à qui je m'empresse de laisser la parole. »

M. **Vulpian** s'exprime comme il suit :

« Il y a quelques mois à peine, au moment où M. Paul Bert allait partir pour remplir la mission que lui avait confiée le Gouvernement, il nous

faisait part de ses projets et nous adressait des adieux où se manifestaient son respect et son affection pour l'Académie. Qui de nous pouvait soupçonner alors que nous ne le verrions plus? Les atteintes incessantes d'un climat pernicieux, au milieu d'un travail sans trêve, ont miné sa robuste constitution; la maladie l'a trouvé sans résistance et l'a tué.

» Ce n'est pas le moment de retracer la vie scientifique de M. Paul Bert. Les travaux qui lui ont ouvert les portes de l'Académie sont surtout ceux qu'il a consacrés à la Physiologie. Ses études de Physiologie générale au moyen de la greffe et de la transplantation des parties d'un animal sur un animal de la même espèce ou d'une autre espèce; ses investigations sur la physiologie de la seiche, sur les mouvements de la sensitive, sur l'action de la lumière sur les êtres vivants; ses belles leçons sur la physiologie de la respiration; ses admirables recherches relatives à l'influence exercée sur l'homme, sur les animaux, sur les végétaux, sur les ferments, par l'augmentation ou la diminution de pression, soit de l'air atmosphérique, soit de l'acide carbonique, soit de l'oxygène, recherches qui lui ont fait décerner le grand prix biennal, lui assignent un des premiers rangs parmi les physiologistes de notre temps. Ses vues sur la physiologie des anesthésiques, ses essais pour rendre absolument inoffensive l'inhalation soit du protoxyde d'azote, soit du chloroforme, ont encore accru sa renommée.

» M. Bert était doué d'une des intelligences les plus ouvertes qui se puissent rencontrer, et sa prodigieuse facilité de travail lui permettait de mener de front plusieurs tâches. La plupart de ses recherches ont été entreprises et menées à bonne fin pendant qu'il paraissait se livrer tout entier à des labeurs d'un autre genre. Que ne pouvions-nous donc attendre encore de son infatigable activité? Au milieu des difficultés contre lesquelles il avait à lutter en extrême Orient, il se proposait d'organiser et de diriger une expédition scientifique qui eût rapporté en France de précieuses collections.

» Notre Confrère est mort pour la Patrie; quelle fin glorieuse! Mais, pour l'Académie et pour la Science, quel lamentable événement! »

Sur la proposition de M. le Président, adoptée par l'Académie, la séance est levée en signe de deuil.

ASTRONOMIE. — *Observations des petites planètes, faites au grand instrument méridien de l'observatoire de Paris pendant le deuxième trimestre de l'année* 1886. Communiquées par M. **Mouchez**.

Dates. 1886.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(65) Maximiliana.			
	h m s	h m s		° ′ ″	
Avril 1......	9.32. 6	10.12.43,44	»	78.39.10,2	»
6......	9.10.57	10.11.13,52	»	78.27.20,2	»
		(25) Phocéa.			
Avril 1......	9.40.33	10.21.11,52	»	103. 9.48,8	»
		(35) Leucothée.			
			s		″
Avril 1......	10. 5.33	10.46.15,70	−7,99	81.25.47,1	− 51,5
2......	10. 1. 4	10.45.42,39	−7,95	81.26.59,0	− 52,1
5......	9.47.46	10.44.12,08	−7,61	»	»
6......	9.43.24	10.43.45,14	−7,55	81.33. 9,8	− 50,4
9......	9.30.25	10.42.34,27	−7,42	81.39.11,0	− 50,6
		(77) Frigga.			
Avril 1......	10.19.28	11. 0.12,72	»	83. 1.10,7	»
2......	10.14.56	10.59.36,22	»	82.58.22,4	»
6......	9.57. 1	10.57.24,43	»	82.48.44,7	»
9......	9.43.49	10.55.59,87	»	82.42.55,7	»
		(198) Ampella.			
Avril 1......	11.40.16	12.21.13,61	»	107. 8. 5,6	»
2......	11.35.26	12.20.19,48	»	107. 1.46,2	»
6......	11.16. 9	12.16.46,22	»	106.35.33,9	»
9......	11. 1.47	12.14.10,85	»	106.14.46,9	»
		(7) Iris.			
Avril 5......	9.31.39	10.28. 1,76	»	89. 6.58,9	»
6......	9.27.20	10.27.38,95	»	89. 2. 6,2	»
9......	9.14.33	10.26.39,74	»	88.48.16,4	»

Dates. 1886.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(168) SIBYLLE.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Avril 22......	10.55.33	12.59.11,20	+0,52	97.19. 4,4 (1)	+ 3,3
24......	10.46.30	12.57.59,55	+0,37	97. 9.28,6	− 2,6
		(169) ZÉLIA.			
Mai 1......	11.17. 6	13.56.17,30	−0,99	108.38.11,3	− 1,0
3......	11. 7.13	13.54.14,83	−0,82	108.30.34,3	− 0,3
4......	11. 2.16	13.53.14,28	−1,02	108.26.40,0	− 1,8
		(52) EUROPA.			
Mai 1......	11.53.32	14.32.48,49	»	93.35.56,4	»
3......	11.44.10	14.31.18,08	»	93.29.11,3	»
4......	11.39.29	14.30.33,28	»	93.26.13,1	»
5......	11.34.48	14.29.48,39	»	93.22.49,2	»
6......	11.30. 8	14.29. 3,92	»	93.19.49,0	»
7......	11.25.28	14.28.19,97	»	93.16.49,0	»
8......	11.20.49	14.27.36,38	»	93.14. 1,6	»
27......	9.54.18	14.15.45,24	»	92.44. 7,3	»
		(139) JUEWA.			
Mai 4......	11.37.17	14.28.20,76	»	117.38.50,4	»
5......	11.32.20	14.27.19,07	»	117.37.37,3	»
6......	11.27.22	14.26.17,71	»	117.36.27,1	»
8......	11.17.30	14.24.16,71	»	117.33.27,4	»
		(113) AMALTHÉE.			
Mai 27.....	11.11.34	15.33.14,77	+ 2,06	100.42.47,3	+ 8,8
31.....	10.52.23	15.29.46,30	+ 2,06	100.40.32,4	+ 4,7
		(151) ABUNDANTIA (2).			
Mai 27.....	11.39.35	16. 1.20,15	»	115.22.13,2	»
		(30) URANIE.			
Mai 31.....	9.40.27	14.17.38,90	»	107. 5.59,4	»

(1) Observation douteuse.

(2) On n'a pu s'assurer si l'astre observé est bien la planète.

Dates. 1886.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(226) Wéringia.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Mai 31......	11.23. 8	16. 0.36,61	»	83.37. 1,5	»
		(130) Électre.			
Juin 23......	10.50.43	16.58.46,92	»	82.58.38,2	»
28......	10.27.35	16.55.17,99	»	83.18. 4,7	»
29......	10.22.59	16.54.38,19	»	83.22.30,4	»
30......	10.18.25	16.53.59,19	»	83.27. 6,3	»
		(3) Junon.			
Juin 23......	11.42.34	17.50.46,74	+ 4,08	94.36.45,5	+ 0,8
28......	11.18.36	17.46.27,41	+ 4,26	»	»
29......	11.13.49	17.45.36,25	+ 4,17	94.42.24,5	+ 0,6
30......	11. 9. 3	17.44.45,44	+ 4,05	94.43.49,2	+ 0,7
		(85) Io.			
Juin 28......	11. 1.21	17.29. 9,77	+ 5,61	94.20.28,2	—12,5
29......	10.56.37	17.28.21,66	+ 5,57	94.19. 6,6	—14,9
30......	10.51.54	17.27.34,33	+ 5,51	94.17.59,0	—16,4
		(2) Pallas.			
Juin 28......	11.47.45	18.15.41,25	— 0,62	66.21.41,3	— 1,5
29......	11.42.59	18.14.51,20	— 0,52	66.24.31,4	— 1,3
30......	11.38.14	18.14. 1,26	— 0,53	66.27.38,6	— 1,4
		(59) Olympia.			
Juin 29......	11. 4.40	17.36.25,66	+ 0,33	100. 5.53,5	— 1,0
30......	10.59.54	17.35.35,68	+ 0,17	100. 7. 1,7	— 3,6

» Les comparaisons de Pallas et de Junon se rapportent aux éphémérides du *Nautical Almanac*, celles d'Amalthée et de Leucothée aux éphémérides publiées dans le *Bulletin astronomique;* toutes les autres se rapportent aux éphémérides du *Berliner Jahrbuch*.

» Les observations ont été faites par M. *P. Puiseux*. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur les phosphates;* par M. **Berthelot.**

« 1. En poursuivant l'étude des équilibres entre l'ammoniaque et la magnésie, vis-à-vis de l'acide phosphorique, j'ai été conduit à reprendre l'examen des phosphates, sels des plus intéressants pour la mécanique chimique, à cause de la polybasicité de l'acide phosphorique et du caractère dissemblable que présentent les trois degrés successifs de sa saturation par les bases : qu'il me soit permis de rappeler à cet égard nos recherches faites en commun avec M. Louguinine (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IX, p. 23; 1876), la vérification de cette triple limite de saturation par les réactions des matières colorantes, d'après M. Joly et M. Engel, et la théorie thermique que j'en ai donnée (même Recueil, 6e série, t. VI, p. 506). Voici de nouvelles observations relatives aux doubles décompositions, lesquelles révèlent dans les phosphates tribasiques insolubles l'existence de deux états distincts : l'un colloïdal, amorphe, instable, répondant à la constitution multiple des phosphates solubles; l'autre cristallisé, stable, dans lequel les trois équivalents basiques semblent au contraire jouer le même rôle. — Je commencerai par l'action du chlorhydrate d'ammoniaque, qui met en évidence certaines notions utiles pour l'interprétation des phénomènes, aussi bien avec les phosphates insolubles qu'avec les phosphates solubles.

» 2. *Phosphate de soude et chlorhydrate d'ammoniaque.* — Le phosphate trisodique donne lieu avec le sel ammoniac à une absorption de chaleur considérable et qui varie suivant les proportions :

		Cal
PO^8Na^3 ($1^{mol} = 6^{lit}$) $+ 3AmCl$ ($1^{éq} = 1^{lit}$)	à $12°,5$.....	$-5,96$
PO^8Na^3 ($1^{mol} = 6^{lit}$) $+ 2AmCl$ ($1^{éq} = 2^{lit}$)	à $12°,6$.....	$-5,63$
PO^8Na^3 ($1^{mol} = 6^{lit}$) $+ AmCl$ ($1^{éq} = 2^{lit}$)	à $12°,5$.....	$-4,84$
PO^8Na^3 ($1^{mol} = 6^{lit}$) $+ \frac{1}{2}AmCl$ ($1^{éq} = 2^{lit}$)	à $12°,5$.....	$-2,62$

» Cette absorption résulte d'une double décomposition, en vertu de laquelle le chlore s'unit au sodium pour former le chlorure de sodium, qui est le composé le plus stable; tandis que l'acide phosphorique s'unit à l'ammoniaque pour former du phosphate d'ammoniaque, ce dernier étant décomposé ou dissocié à un degré beaucoup plus avancé que le phosphate de soude initial.

» En effet, le système $PO^8Na^3 + 3AmCl$, changé en $PO^8Am^3 + 3NaCl$

dissous (¹), doit absorber (23,3 + 41,1) — (33,6 + 37,2) = — 6^{Cal},4 : valeur qui ne diffère pas notablement de — 5,96, si l'on tient compte de la multiplicité des données et des différences de température et de concentration relatives à chacune d'elles.

» Avec 2AmCl, on a presque le même chiffre, parce que le phosphate d'ammoniaque dissous ne contient guère qu'un sel bibasique (*loco citato*). Avec AmCl, on a trouvé — 4,8; calculé, — 5,3. Avec $\frac{1}{2}$ AmCl, trouvé — 2,6; calculé — 2,9. Toutes les transformations sont donc, sinon totales, du moins fort avancées.

» L'explication de ces effets est analogue à celle que j'ai donnée pour la formation du carbonate d'ammoniaque dissous, dans la réaction des carbonates alcalins sur les azotate, sulfate, chlorhydrate d'ammoniaque (*Essai de Mécanique chimique,* t. II, p. 712). D'une part, la soude libre, résultant de l'état actuel de décomposition du phosphate trisodique par l'eau, décompose le sel ammoniac, en formant du chlorure de sodium et de l'ammoniaque libre ; celle-ci n'étant pas apte à saturer la 3e basicité de l'acide phosphorique, la décomposition du phosphate trisodique par l'eau se renouvelle jusqu'à ce qu'il ne subsiste plus dans la liqueur qu'un phosphate stable vis-à-vis de l'eau. D'autre part, l'état de dissociation partielle du chlorhydrate d'ammoniaque laisse libre une quantité très petite, mais réelle, d'acide chlorhydrique, lequel attaque le phosphate de soude ; la saturation de cet acide permet à la dissociation du chlorhydrate d'ammoniaque de se renouveler, et ainsi de suite, jusqu'à une décomposition du phosphate sodique presque complète ; attendu que l'hydracide décompose même le phosphate monosodique (*Annales de Chimie et de Physique,* 5e série, t. IX, p. 37, 39, 41). — Venons aux sels insolubles.

» 3. *Phosphates de magnésie.* — Le sulfate de magnésie, ou le chlorure, mêlé avec le phosphate trisodique, produit aussitôt un précipité colloïdal, gélatineux, avec abaissement de température. Le thermomètre demeure fixe deux ou trois minutes, puis il remonte de nouveau en cinq à six minutes, beaucoup au-dessus de son point de départ, et reste stationnaire ; en même temps le précipité se dépose à l'état cristallisé.

PO^8Na^3 ($1^{mol} = 6^{lit}$) versé dans $3SO^4Mg$ ($1^{éq} = 2^{lit}$), à 13°, 1er effet, en 2^{min}...		— 4^{Cal},86
»	» 2e effet (après 5^{min}).	+ 12^{Cal},98
	Total..................	+ 8^{Cal},12

(¹) *Annales de Chimie et de Physique,* 5e série, t. IX, p. 26 et 28.

$3SO^4Mg$ ($1^{éq} = 2^{lit}$) versé dans PO^8Na^3 ($1^{mol} = 6^{lit}$), 1er effet : $- 4^{Cal},86$, puis $+ 12^{Cal},98$.
PO^8Na^3 ($1^{mol} = 6^{lit}$) versé dans $3MgCl$ ($1^{éq} = 2^{lit}$), en 2^{min}, à 10° : $-4^{Cal},44$, puis $+12^{Cal},18$;

Somme : $+ 7^{Cal},74$.

» On en conclut PO^8H^3 dissous $+ 3(MgO, HO)$, vers 10° à 13° :

Sulfate...	D'abord : $(+ 33,6 + 46,8 - 4,8 - 47,1) = + 28^{Cal},5$	Puis : $+ 41^{Cal},5$
Chlorure.	D'abord : $(+ 33,6 + 41,1 - 4,4 - 41,1) = + 29^{Cal},2$	Puis : $+ 41^{Cal},4$

» Ainsi le phosphate colloïdal tribasique répond à $+ 28^{Cal},9$ (moyenne); le phosphate cristallisé tribasique, à $+ 41^{Cal},5$.

» L'inégalité des deux nombres résulte à la fois du passage du précipité de l'état colloïdal à l'état cristallisé, et de l'état différent de combinaison de la base et de l'eau dans ces deux états. Ces résultats sont conformes, mais avec des valeurs bien plus fortes, à ceux que j'ai déjà signalés pour les carbonates terreux, le soufre et beaucoup de sels.

» 4. Le phosphate bisodique (ordinaire) donne lieu à des effets analogues, mais moins étendus

$2SO^4Mg$ ($1^{éq} = 2^{lit}$) versé dans PO^8Na^2H ($1^{mol} = 8^{lit}$) à 12°, abs. en 1^{min} $- 0^{Cal},79$ } Somme
Puis dégage en 5^{min} .... $+ 1^{Cal},80$ } $+ 1^{Cal},01$

S'il se formait simplement un phosphate bimagnésique, on aurait

PO^8H^3 étendu $+ 2(MgO, HO)$, d'abord $+ 25^{Cal},3$, puis $+ 27^{Cal},1$.

On sait que ce phosphate cristallise, en effet, dans de telles conditions : Graham l'a analysé. Cependant le phénomène paraît plus compliqué. Sans m'engager dans sa discussion, je remarquerai que les écarts thermiques sont bien moindres qu'avec le phosphate tribasique, circonstance liée, comme il va être dit, avec l'état plus avancé de décomposition du phosphate trisodique par l'eau. Pour la caractériser d'une façon plus générale, étudions les autres phosphates alcalino-terreux.

» 5. *Phosphate de baryte.* — On obtient d'abord un phosphate colloïdal avec absorption de chaleur; puis le sel cristallise en dégageant une grande quantité de chaleur. Pour pouvoir mesurer le premier phénomène, il faut verser le phosphate trisodique dans le chlorure de baryum; si l'on opère dans un ordre inverse (chlorure versé dans le phosphate), les mêmes changements se manifestent, mais trop rapidement pour que la chaleur de formation du composé colloïdal puisse être mesurée; celle du composé cristallisé, au contraire, échappe à la mesure avec le premier mélange, parce qu'elle est trop lente. Il faut donc opérer des deux manières, si l'on veut étudier les deux états.

$\left\{ \begin{array}{l} PO^8Na^3(1^{mol} = 6^{lit}) \text{ versé dans } 2BaCl(1^{éq} = 2^{lit}) \text{ à } 10^o,4. \text{ Phosph. colloïdal } + 0,00 \\ \text{Formation du précipité cristallisé en } 6^{min}, \text{ non terminée .... } +15,3+\alpha \end{array} \right.$

$\left\{ \begin{array}{l} 2BaCl(1^{éq} = 2^{lit}) \text{ versé dans } PO^8Na^3(1^{mol} = 6^{lit}), \text{ à } 10^o,2. \\ 1^{er} \text{ phénomène, trop rapide; } 2^e \text{ phénomène } (4^{min}) +16^{Cal},16. \end{array} \right.$

On déduit de ces nombres :

PO^8H^3 étendu + 3BaO diss. : phosph. coll. : $+34^{Cal},2$; phosph. crist. : $+50^{Cal},4$.

» Ces phénomènes donnent l'explication de variations singulières dans la chaleur de neutralisation de l'acide phosphorique libre par la baryte, variations reconnues par M. Louguinine et par moi dans des mesures directes, mais que nous avions cru devoir attribuer à des erreurs de calculs, faute de réussir à les expliquer. En effet, nous avions observé (*Annales de Chimie*, 5e série, t. IX, p. 33; 1876) pour 3 BaO : $+38^{Cal},9$; tandis qu'en répétant cette mesure en 1879, j'avais obtenu (même Recueil, 5e série, t. XVII, p. 135) $+30^{Cal},4$. Les résultats actuels permettent d'attribuer ces discordances à la constitution différente du sel insoluble. La même explication s'applique, je crois, aux grandes diversités observées récemment par M. Blarez entre la chaleur de neutralisation des arséniates de baryte, comparés aux phosphates. Peut-être y aurait-il lieu de vérifier, dans le cas de la formation des sels insolubles, si les indications des virages par coloration ne sont pas modifiées par ces circonstances, et surtout par la présence de quelques traces de phosphate insoluble, préexistant ou formé par accident sur un point, laquelle suffit parfois pour amener immédiatement le système à l'état cristallin. Dans les mesures calorimétriques, il faut avoir grand soin de laver, après chaque opération, tous les vases, thermomètres et ustensiles, avec l'acide chlorhydrique, pour éviter les moindres germes de cristaux.

» 6. *Phosphates de strontiane tribasiques.* — Un premier état colloïdal se manifeste, lorsqu'on verse le phosphate trisodique dans le chlorure de strontiane; puis le corps cristallise lentement. En opérant dans un ordre inverse, l'état colloïdal est plus fugace, la cristallisation plus vite achevée.

$PO^8Na^3(1^{mol} = 6^{lit})$ versé dans $3SrCl(1^{éq} = 2^{Cal})$ à $10^o,2$. État colloïdal (durée 4^{min})........	$-1^{Cal},76$	
Puis le précipité cristallise; mais la transformation n'est pas finie après 20^{min}........	$+12^{Cal},72+\alpha$	
$3SrCl(1^{éq} = 2^{Cal})$ versé dans $PO^8Na^3(1^{mol} = 6^{lit})$ à 10°. État colloïdal........	$-1,82$	$+14^{Cal},18$
Le précipité cristallise; après 15^{min} à 20^{min} tout est fini........	$+16,00$	

PO^8H^3 étendu + 3SrO dissous. État colloïdal : $+32^{Cal},7$: État cristallisé : $+48^{Cal},7$

» Le premier chiffre est voisin de la valeur $+ 30^{Cal},3$ obtenue par saturation directe (1879).

» 7. *Phosphate de chaux.* — Avec le phosphate de chaux tribasique, je n'ai réussi à observer que l'état colloïdal; non que l'état cristallisé n'existe pas, car on a signalé dans les guanos un minéral cristallisé de cette composition (*ornithite*). Mais la transformation est trop lente et ne se produit que dans des conditions spéciales.

	Cal
PO^8Na^3 ($1^{mol} = 6^{lit}$) + 3 CaCl ($1^{éq} = 2^{lit}$), à 10°,2..........	— 2,46
On en déduit PO^8H^3 étendu + 3 CaO dissous. Sel colloïdal.	+32,00
La détermination directe m'avait fourni....................	+30,4

» 8. *Phosphate de manganèse.* — J'ai encore étudié la formation du phosphate trimanganique, à cause de l'analogie des oxydes de manganèse et de magnésium.

	Cal	
Dans PO^8Na^3 ($1^{mol} = 6^{lit}$), on verse 3 MnCl ($1^{éq} = 2^{lit}$), à 10°,5.		
État colloïdal (2^{min})..................................	— 4,97	— $1^{Cal},7$
État final, cristallisé, après 9^{min}..........................	+ 3,27	
PO^8H^3 étendu + 3 MnO, HO = Phosphate bibas., colloïdal.	$+22^{Cal},9$; crist. $+26^{Cal},2$	

» 8. En résumé : 1° les phosphates alcalino-terreux insolubles, obtenus par double décomposition au moyen du phosphate de soude tribasique, sont susceptibles de plusieurs états distincts, l'un colloïdal, gélatineux, renfermant une grande quantité d'eau retenue par le sel proprement dit, l'autre cristallisé, renfermant aussi de l'eau combinée, mais en moindre proportion;

» 2° La formation du phosphate colloïdal est accompagnée par une absorption de chaleur, suivie d'un dégagement très considérable, qui répond à la fois à la cristallisation et aux changements survenus dans l'état de combinaison de l'acide avec la base, et du sel résultant avec l'eau.

» 3° Les chiffres observés permettent de préciser davantage. En effet, les chaleurs de formation du phosphate précipité, dans l'état initial : soit + 34,2 pour la baryte, + 32,7 pour la strontiane, + 32,0 pour la chaux, + 28,9 pour la magnésie, etc., correspondent avec la chaleur de formation du phosphate de soude tribasique dissous, soit + 33,6 : les écarts sont de l'ordre de grandeur de ceux qui existent entre les chaleurs de neutralisation pour les sels solubles, les chlorures, par exemple, des mêmes métaux. On est donc conduit à admettre que l'état initial du précipité colloïdal répond jusqu'à un certain point à celui du sel soluble dont il dérive : on observe ici cette tendance initiale des systèmes en transformation à la conservation du type moléculaire, tendance que j'ai eu l'occasion de constater plus d'une

fois, par exemple dans la précipitation de l'iodure et du bromure d'argent (*Annales de Chimie*, 5ᵉ série, t. XXIX, p. 276).

» 4° Cependant le nouveau phosphate, tout en restant dans le même type, peut se trouver dissocié avec mise en liberté de base, en proportion supérieure à celle qui était libre dans le phosphate trisodique. De là une absorption de chaleur, nulle pour le sel barytique, la baryte étant à peu près comparable aux alcalis proprement dits, mais particulièrement sensible avec les sels de magnésie, plus faciles à dissocier. Cette première absorption de chaleur s'explique de la même manière que celle que l'on observe avec le chlorhydrate d'ammoniaque et les phosphates solubles.

» 5° Dans le phosphate trisodique dissocié, le troisième et même le deuxième équivalent de base sont combinés moins intimement que le premier, parce qu'ils répondent à une fonction chimique différente et sont en partie séparables de l'acide par l'action décomposante du dissolvant. Il en est sans doute de même pour les phosphates terreux, dans le premier moment. Cette diversité de fonction et cet état imparfait de combinaison de la base concourent à maintenir le corps à l'état colloïdal. D'après ses propriétés et son étude microscopique, un tel état ne saurait être confondu avec celui d'un simple mélange mécanique des phosphates bibasiques ou tribasiques cristallisés avec la base terreuse, également cristallisée, qui se précipite simultanément. Le fait même de l'entraînement dans le précipité d'une dose de base supérieure à trois équivalents, pendant la saturation de l'acide phosphorique par un excès des terres alcalines (*Annales de Chimie,* 5ᵉ série, t. IX, p. 35), montre également qu'il ne s'agit ici ni d'un mélange mécanique, ni d'une combinaison tribasique normale. Ce sont en réalité des composés répondant par leurs degrés supérieurs à une fonction polyalcoolique de l'acide phosphorique, plutôt qu'à la fonction acide.

» 6° Mais la combinaison de l'acide avec les derniers équivalents de base dans le précipité change bientôt de caractère ; elle devient plus intime, la saturation alcoolique se changeant en une saturation nouvelle, de l'ordre de celle des acides tribasiques normaux : c'est ce que montrent la grandeur et la valeur numérique même du nouveau dégagement de chaleur. S'il ne s'agissait que du passage de l'état colloïdal à l'état cristallisé et de la fixation de l'eau de cristallisation, les effets thermiques seraient bien moindres, d'après toutes les mesures connues, relatives aux faits de ce genre ; je me bornerai à rappeler celles des phosphates bibasiques relatées dans la Note présente : la dose d'eau combinée diminue d'ailleurs pendant le passage de l'état colloïdal à l'état cristallisé. Au contraire, il se dégage $+16^{Cal}$ dans la

cristallisation des phosphates tribarytique et tristrontianique, $+13^{Cal}$ dans celle du composé trimagnésique. Par suite la chaleur totale de formation de ces sels devient sensiblement triple de celle des composés normaux monobasiques, c'est-à-dire que leur triple basicité devient pareille dans tous ses degrés : le système tend ainsi vers une stabilité définitive, répondant comme toujours au maximum thermique. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à lui désigner deux candidats pour la chaire de Pathologie comparée, vacante au Muséum d'Histoire naturelle par suite du décès de M. *Bouley*.

(Renvoi aux Sections d'Anatomie et Zoologie et de Médecine.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° La 3e édition du « Traité élémentaire de Chimie organique » de MM. *M. Berthelot* et *E. Jungfleisch*.

2° La 9e édition du « Traité élémentaire de Chimie » de M. *L. Troost*.

3° Une brochure de M. *L. Ranvier*, portant pour titre : « Étude anatomique des glandes connues sous les noms de *sous-maxillaire* et *sublinguale* chez les Mammifères. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète de Winnecke.* Note de M. **L. Cruls**.

« Les conditions atmosphériques à Rio-de-Janeiro ont été, depuis environ trois mois, tellement mauvaises, que le nombre de nos observations astronomiques s'en est forcément ressenti. En consultant notre registre météorologique, je me suis assuré que la moyenne mensuelle de la nébulosité du ciel, prise à 7^h et à 10^h du soir, pendant les mois d'août, de septembre et la première moitié du mois d'octobre, a été supérieure à 7, en désignant par zéro le ciel limpide et par 10 le ciel complètement couvert, ce qui, comparé aux années antérieures, constitue une anomalie très marquée. Aussi nous a-t-il été presque impossible d'observer la comète de

Winnecke, dont il eût été cependant très intéressant d'obtenir des positions en nombre suffisant pour permettre la rectification des éléments de l'orbite.

» Je donne ci-dessous les deux seules observations que nous ayons pu faire de cette comète, en notant que l'étoile de comparaison *a* est une anonyme que nous n'avons pu retrouver dans aucun des Catalogues que possède notre bibliothèque; il sera indispensable de déterminer sa position dans quelques mois, lorsqu'elle passera au méridien pendant la nuit. Les coordonnées approchées de cette même étoile sont fournies par les ΔÆ et ΔD données directement par l'équatorial, c'est-à-dire dans des conditions peu sûres, mais suffisantes cependant pour permettre de la retrouver.

» Voici le détail de ces deux observations :

Dates. 1886.	Étoiles de comparais.	Grandeur.	Ascension droite ✱☄ — ✱.	Ascension droite Log fact. par.	Déclinaison ✱☄ — ✱.	Déclinaison Log fact. par.
Sept. 4.....	*a*	6	$+0^m 16^s,8$	8,764	$+9'.33''$	$9,494_n$
6.....	*b*	5	$+3^m 24^s,2$	8,762	$+17'.1''$	$9,475_n$

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1886.	Étoiles de comparaison.	Æ moyenne 1886,0.	Réduction au jour.	Décl. moyenne 1886,0.	Réduct. au jour.
Sept. 4......	*a* = anonyme	$14^h 7^m$......	.....	$-11°16'$.....	....
6......	*b* = λ Virginis	$14^h 12^m 56^s,46$	$+1^s,09$	$-12°50'45'',2$	$-0'',5$

ΔÆ.	ΔD.
a — λ Virginis	*a* — λ Virginis
$-5^m 23^s,0$	$+1°34'$

Positions apparentes de la comète.

Dates. Temps moyen de Rio.	Æ ✱☄	D ✱☄	Nombre de comparaisons.
Sept. 4,32064.....	$14^h 7^m$......	$-11° 7'$....,	10 : 10
6,31826.....	$14^h 16^m 21^s,75$	$-12°33'44'',7$	5 : 5

» L'apparence physique de la comète était celle d'une nébulosité d'environ 2' de diamètre, sans noyau défini, de forme sensiblement circulaire et de faible intensité lumineuse. MM. Miranda et Morize ont pris part à ces observations. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le théorème d'Abel.* Note de M. G. HUMBERT, présentée par M. Jordan.

« Soit une intégrale abélienne quelconque

$$(1) \qquad I = \int \frac{Q(x, y)}{R(x, y)} dx,$$

où Q et R sont des polynômes de degrés respectifs q et r, et où l'on suppose x et y liés par la relation, de degré n,

$$(2) \qquad f(x, y) = 0.$$

» Coupons la courbe $f = 0$ par un faisceau de courbes, de degré m, $F - u\varphi = 0$, u désignant un paramètre variable; soient $x_1^0, x_2^0, \ldots, x_{mn}^0$; $x_1, \ldots, x_{mn}$ les abscisses qui correspondent respectivement aux points d'intersection de $f = 0$ avec les courbes $F - u_0\varphi = 0$, $F - u\varphi = 0$. Proposons-nous d'évaluer *directement* l'expression

$$\sum_{i=1}^{i=mn} \int_{x_i^0}^{x_i} \frac{Q(x, y)}{R(x, y)} dx.$$

» Nous nous appuierons, pour cela, sur la théorie des fonctions fuchsiennes, due à M. Poincaré, et sur les résultats que nous en avons déduits.

» Les coordonnées des points d'une courbe algébrique plane, de genre p, ayant pour équation, en coordonnées homogènes, $f(x_1, x_2, x_3) = 0$, peuvent toujours se mettre sous la forme

$$(3) \qquad x_i = \Theta_i(t) \quad (i = 1, 2, 3),$$

$\Theta_1, \Theta_2, \Theta_3$ étant des fonctions thêtafuchsiennes holomorphes d'un paramètre t, et de degré μ. De plus, le polygone fuchsien correspondant R_0 appartient à la première famille et à $4p$ côtés, tels que les côtés opposés soient deux à deux conjugués; la somme de ses angles est égale à 2π.

» La courbe représentée par les équations (3) est de genre p, et son degré n est égal à $2\mu(p-1) - k$, k étant le nombre des zéros communs aux trois fonctions $\Theta_1, \Theta_2, \Theta_3$ dans l'intérieur de R_0.

» Cela posé, faisons, dans l'intégrale I, $x = \frac{x_1}{x_3}$, $y = \frac{x_2}{x_3}$, et substituons

à x_1, x_2, x_3 leurs valeurs (3) en fonction thêtafuchsienne de t. Il vient

$$I = \int \frac{Q(x_1, x_2, x_3)}{R(x_1, x_2, x_3)} \frac{x'_1 x_3 - x_1 x'_3}{x_3^{q-r+2}} dt,$$

x'_i désignant la dérivée de x_i par rapport à t.

» Posons, pour abréger,

$$\frac{Q(x_1, x_2, x_3)}{R(x_1, x_2, x_3)} \frac{x'_1 x_3 - x_1 x'_3}{x_3^{q-r+2}} = \zeta(t).$$

On a

$$I = \int \zeta(t)\, dt.$$

» Il est clair, d'ailleurs, que la fonction $\zeta(t)$ est une fonction thêtafuchsienne de t, et de degré 1, c'est-à-dire telle que, si l'on désigne par $\left(t, \frac{\lambda t + \mu}{\nu t + \varpi}\right)$ l'une quelconque des substitutions du groupe fuchsien qui correspond au polygone R_0, l'on ait

$$\zeta\left(\frac{\lambda t + \mu}{\nu t + \varpi}\right) = \zeta(t)(\nu t + \varpi)^2$$

en supposant $\lambda\varpi - \mu\nu = 1$.

» Considérons maintenant l'intégrale

$$J = \int \frac{\zeta(t)\, dt}{\frac{F}{\varphi}(t) - u},$$

où F et φ sont deux polynômes homogènes de degré m, en x_1, x_2, x_3; et prenons cette intégrale le long de R_0.

» On voit sans difficulté que le résultat obtenu est nul : il suffit de remarquer que les valeurs de l'intégrale qui correspondent à deux côtés opposés de R_0 sont égales et de signes contraires.

» Par suite, la somme des résidus de la fonction de t

$$\Theta(t) = \frac{\zeta(t)}{\frac{F}{\varphi}(t) - u} = \frac{Q}{R} \frac{(x'_1 x_3 - x_1 x'_3)}{x_3^{q-r+2}} \frac{1}{\frac{F}{\varphi} - u}$$

dans l'intérieur de R_0 est nulle.

» Or, les infinis de $\Theta(t)$ sont, comme on le voit aisément :

» 1° Les arguments des rn points communs aux courbes $f = 0$, $R = 0$, sauf ceux de ces arguments qui annuleraient le numérateur de $\Theta(t)$;

» 2° Les arguments des points à l'infini sur la courbe $f(x, y) = 0$: ces arguments sont, en général, des infinis d'ordre $q - r + 2$;

» 3° Les arguments des points mobiles communs aux courbes $f=0$ et $F-u\varphi=0$.

» Les résidus qui correspondent aux infinis de cette dernière catégorie prennent une forme remarquable. Soit α l'un de ces infinis; on a, pour le résidu,

$$\iota_\alpha = \frac{\zeta(\alpha)}{\left(\frac{F}{\varphi}\right)'_\alpha}.$$

» Or si, dans la relation $\frac{F}{\varphi}(\alpha)=u$, on considère α comme fonction de u, on a

$$\left(\frac{F}{\varphi}\right)'_\alpha = \frac{du}{d\alpha}$$

et

$$\iota_\alpha = \frac{\zeta(\alpha)}{du}\,d\alpha = \frac{dI_\alpha}{du},$$

dI_α désignant la variation de l'intégrale abélienne primitive quand on passe du point d'argument α, situé sur la courbe $F-u\varphi=0$, au point d'argument $\alpha+d\alpha$, sur la courbe $F-(u+du)\varphi=0$.

» Si donc on désigne par $\Sigma\iota_\beta$ la somme des résidus de $\Theta(t)$, par rapport aux zéros de R; par $\Sigma\iota_\gamma$ la somme des résidus de la même fonction par rapport aux zéros de x_3^{q-r+2}, on aura

$$\sum \frac{dI_\alpha}{du} = -\sum(\iota_\beta + \iota_\gamma),$$

et en intégrant par rapport à u entre u_0 et u, on trouve la relation

$$\sum_{i=1}^{i=mn} \int_{x_i^0}^{x_i} \frac{Q(x,y)}{R(x,y)}\,dx = -\int_{u_0}^{u} \sum(\iota_\beta + \iota_\gamma)\,du.$$

» Les quantités ι_β et ι_γ sont faciles à calculer; dans leur expression figureront les dérivées de x_1, x_2, x_3, par rapport à t, et la quantité u. On voit d'ailleurs aisément que ι_β et ι_γ ne doivent dépendre que de u et des éléments géométriques de la courbe $f=0$ aux points où elle est coupée par les courbes $R=0$ et $x_3=0$.

» En particulier, si Q est d'un degré inférieur de deux unités au moins à celui de R, on aura

$$\sum_{i=1}^{=mn} \int_{x_i^0}^{x_i} \frac{Q(x,y)}{R(x,y)}\,dx = -\int_{u_0}^{u} \sum \left[\frac{Q f'_y}{(R'_x f'_y - R'_y f'_x)\left(\frac{F}{\varphi}-u\right)}\right]_\beta du,$$

on doit faire, dans le second membre, la somme de l'expression entre crochets pour tous les points communs aux courbes $R = 0$ et $f = 0$. »

MÉCANIQUE. — *Sur l'écoulement d'un gaz qui pénètre dans un récipient de capacité limitée.* Note de M. **Hugoniot**, présentée par M. Haton de la Goupillière.

« Un récipient renfermant de l'air à une pression initiale p_0 est mis en communication avec un réservoir d'usine, maintenu par des compresseurs à une pression constante $p_1 > p_0$. Il s'agit de déterminer le temps nécessaire au remplissage.

» Ce problème présente un certain intérêt au point de vue de son application aux récipients d'air comprimé des locomotives ou des tramways analogues à ceux qui desservent les quais de la ville de Nantes. Il a été traité récemment par M. Haton de la Goupillière (*Comptes rendus*, 18 octobre 1886) en assimilant le phénomène à une superposition de mouvements permanents, et calculant, par suite, la vitesse u avec laquelle le fluide traverse la section contractée de la veine au moyen de la formule

$$\frac{u^2}{2g} = \int_p^{p_0} v\,dp,$$

p désignant la pression dans la section contractée et v le volume spécifique correspondant. L'auteur admettait, en outre, que le coefficient de contraction m était sensiblement constant et regardait la pression dans la section contractée de la veine comme égale, à chaque instant, à la pression moyenne dans le récipient.

» Ces deux hypothèses peuvent, dans certains cas, s'écarter beaucoup de la vérité, ainsi que M. Haton de la Goupillière l'a fait observer lui-même dans la troisième Partie de sa Communication (*Comptes rendus*, 2 novembre 1886). Cependant les formules de l'éminent ingénieur paraissent applicables dans la pratique lorsque les pressions p_0 et p_1 ne sont pas trop différentes l'une de l'autre, à condition d'attribuer au coefficient m une valeur moyenne parmi celles qu'il acquiert successivement aux différents instants du phénomène. On peut, d'ailleurs, rendre ce coefficient sensiblement constant : il suffit, pour cela, de munir l'orifice d'un ajutage conique de forme convenable.

» Mais, quand le rapport $\frac{p_1}{p_0}$ est très considérable, le calcul peut être complété. C'est ce que je me propose de faire dans cette Note.

» J'ai montré, dans des travaux antérieurs (*Comptes rendus*, 28 juin et 26 juillet 1886; *Annales de Chimie et de Physique*, novembre 1886), qu'en regardant comme isothermique la transformation subie par le gaz pendant l'écoulement, la pression dans la section contractée de la veine est égale à celle qui règne dans le récipient si cette dernière est supérieure à αp_1, α désignant un nombre égal à $\frac{1}{\sqrt{e}}$ ou à 0,607; dans le cas contraire, la pression dans la section contractée est indépendante de la pression dans le récipient, et toujours égale à αp_1.

» Les mêmes particularités se rencontrent encore quand la transformation est adiabatique; seulement il faut prendre $\alpha = \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k}{k-1}}$, k désignant le rapport des chaleurs spécifiques, c'est-à-dire $\alpha = 0,522$, quand on fait $k = 1,41$. De cette manière, et en supposant que le coefficient de contraction reste invariable pendant l'expérience, le débit se montre constant tant que la pression dans le récipient n'a pas atteint la valeur αp_1; puis il diminue et converge vers zéro.

» Le remplissage comprend ainsi deux périodes distinctes toutes les fois que la pression initiale p_0 est inférieure à αp_1; c'est seulement pendant la deuxième période que les phénomènes sont régis par les formules de M. Haton de la Goupillière, qui a pris soin lui-même de recommander à cet égard la distinction des phases.

» La première période s'étend depuis l'instant initial jusqu'au moment où la pression dans le récipient est devenue égale à αp_1. Soit τ sa durée. On trouve aisément, en désignant par V le volume du récipient, par Ω la section de l'orifice, par p' la pression constante dans la section contractée de la veine, pression qui est égale à αp_1, par v' le volume spécifique correspondant et par u' la vitesse constante d'écoulement, $\tau = \frac{V}{m\Omega}\frac{v'}{v_0 u'}\left(\frac{p'}{p_0} - 1\right)$.

» Quant à la durée τ' de la seconde période, elle s'obtient en faisant $p_0 = \alpha p_1$ dans les formules de M. Haton de la Goupillière. Il est visible que cette durée τ' est indépendante du rapport $\frac{p_0}{p_1}$, et l'on obtient en définitive, pour calculer la durée totale $T = \tau + \tau'$ du remplissage, les formules suivantes, que leur forme linéaire rend très faciles à appliquer,

$$T = \frac{V}{m\Omega\sqrt{R(\theta + 273)}}\left(\sqrt{\frac{2}{g}\log\frac{1}{\alpha}} + \frac{1}{\sqrt{2g\log\frac{1}{\alpha}}} - \frac{1}{\alpha\sqrt{2g\log\frac{1}{\alpha}}}\frac{p_0}{p_1}\right),$$

dans le cas de la transformation isothermique; alors $\alpha = 0,607$:

$$T = \frac{V}{m\Omega\sqrt{R(\theta+273)}}\left\{\sqrt{\frac{2}{gk(k-1)}}\log\left[\left(\frac{1}{\alpha}\right)^{\frac{k-1}{2k}} + \sqrt{\left(\frac{1}{\alpha}\right)^{\frac{k-1}{k}} - 1}\right] + \sqrt{\frac{k-1}{2kg}}\,\frac{\alpha - \frac{p_0}{p_1}}{\sqrt{\alpha^{\frac{2}{k}} - \alpha^{\frac{k+1}{k}}}}\right\},$$

quand la transformation est adiabatique; si l'on suppose $k = 1,41$, il faut faire, dans cette dernière formule, $\alpha = 0,522$.

» En effectuant les calculs numériques, on trouve, pour la transformation isothermique,

$$(1)\qquad T = \frac{V}{m\Omega\sqrt{R(\theta+273)}}\left(0,6385 - 0,5264\,\frac{p_0}{p_1}\right),$$

et, pour la transformation adiabatique,

$$(2)\qquad T = \frac{V}{m\Omega\sqrt{R(\theta+273)}}\left(0,5051 - 0,4652\,\frac{p_0}{p_1}\right).$$

» Telles sont les formules qui doivent être appliquées quand le rapport $\frac{p_0}{p_1}$ est inférieur à α; et, par conséquent, toutes les fois que p_1 est supérieur à $2p_0$. On voit que la durée totale du remplissage reste finie lorsque le rapport $\frac{p_0}{p_1}$ converge vers zéro.

» Il est intéressant de comparer ces formules avec les résultats des expériences exécutées par M. Hirn (*Annales de Chimie et de Physique*, mars 1886), et spécialement avec celles qui ont été faites à l'aide d'ajutages coniques. Le coefficient de contraction était alors très sensiblement constant et égal à l'unité. On trouve que les durées observées pour le remplissage sont à très peu près reproduites par la formule (2), mais qu'elles sont notablement inférieures à celles que donnerait la formule (1). La transformation subie par le gaz doit donc être regardée comme presque rigoureusement adiabatique.

» Ainsi, dans l'une de ces expériences, on avait

$$V = 0^{mc},250, \qquad \Omega = 0^{mq},00004964, \qquad \theta = 16^{\circ},$$
$$p_1 = 10^{m},190, \qquad p_0 = 0^{m},136$$

(pressions évaluées en colonnes d'eau). D'ailleurs $R = 29,3$. Le récipient s'est trouvé à peu près complètement rempli au bout de $26^s,7$; la pression

dans ce récipient était en effet devenue égale à $10^{m},039$. Or la formule (2) donne $27^{s},3$ pour la durée totale du remplissage, tandis qu'elle serait $34^{s},6$ d'après la formule (1). »

M. **Haton de la Goupillière**, en présentant la Note précédente de M. *Hugoniot*, l'accompagne des observations suivantes :

« Je demande à l'Académie la permission d'appeler son attention sur le travail très intéressant de M. Hugoniot, relatif à l'écoulement varié des gaz. Ce savant, déjà distingué par elle, a pris pour point de départ de ses nouvelles recherches les formules que j'ai récemment fait connaître sur ce sujet. Deux cas peuvent se présenter pour leur application, suivant la valeur du rapport des pressions extrêmes. Dans l'un d'eux, mes équations restent applicables pendant toute la durée du phénomène. Pour l'autre, il est nécessaire de distinguer deux phases, séparées par une valeur spéciale de ce rapport que j'avais pris soin de rappeler d'après les recherches antérieures de M. Hugoniot, qui l'ont mise en lumière. Ce dernier réalise aujourd'hui un progrès important en ce qui concerne ce second cas. Il commence par faire cette remarque très ingénieuse que la valeur du rapport qui caractérise le changement de régime étant numériquement fixe, la durée de toute la partie variable de l'écoulement constitue une véritable constante, qu'il évalue à l'aide de mes formules pour l'une et l'autre des deux hypothèses isotherme ou adiabatique. En second lieu, il remarque de même que, pendant l'autre phase, l'écoulement est proportionnel au temps. Il arrive ainsi à constituer une formule linéaire pour représenter le second cas du phénomène. L'expression analytique de la constante que fournit à M. Hugoniot l'application de mes équations est à la vérité fort compliquée. Mais, comme il a pris lui-même la peine de l'évaluer numériquement, une fois pour toutes, le résultat pratique n'en reste pas moins aussi simple que possible, et d'une grande importance.

» J'attache en outre beaucoup de prix à la vérification empruntée par M. Hugoniot aux précieuses expériences de M. G.-A. Hirn. Je ne devais pas oublier en effet que toute ma théorie est fondée sur l'assimilation du mouvement varié à une succession de mouvements instantanés conformes aux lois de l'écoulement permanent. Cette manière de voir a reçu depuis longtemps, en ce qui concerne les liquides, de frappantes confirmations. Mais il restait à savoir si la même vérification se poursuivrait pour les gaz. Or, pour l'exemple que prend M. Hugoniot dans les résultats expérimentaux de M. Hirn, le calcul indique $27^{s},3$ là où l'expérience a fourni une

durée de $26^s,7$. La concordance de ces chiffres est certainement frappante et de nature à confirmer tout à la fois l'hypothèse qui m'a servi de point de départ, ainsi que les vues déjà présentées par M. Hugoniot dans ses Communications antérieures sur la discontinuité de régime relative au cas des grandes chutes de pression. »

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *Sur la variation du champ magnétique produit par un électro-aimant*. Note de M. **Leduc**, présentée par M. Lippmann.

« Dans sa Note du 26 octobre dernier, M. Marcel Deprez confirme une partie des conclusions que j'ai communiquées à la Société de Physique, le 19 février 1886. Toutefois les résultats que nous avons obtenus présentent des différences numériques notables, qui peuvent tenir aux conditions différentes dans lesquelles les expériences ont été faites.

» J'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie la méthode que j'ai employée (voir *Comptes rendus*, séance du 28 juillet 1884).

» J'ai étudié tout particulièrement un électro-aimant de Faraday dont les noyaux ont un diamètre extérieur de $0^m,16$, un diamètre intérieur de $0^m,04$ et une largeur de $0^m,28$. Les noyaux sont recouverts de vingt-sept tours par centimètre de longueur d'un fil de cuivre de $0^m,003$ de diamètre (à nu). J'ai adapté à cet appareil des pièces polaires de masse et de forme variées. Les nombres ci-dessous ont été obtenus avec des pièces de $0^m,07$ de diamètre et $0^m,023$ d'épaisseur.

» J'ai constaté que la cavité cylindrique des noyaux (qui permet de faire les expériences sur la polarisation de la lumière) n'a pas d'influence sur le champ produit entre les pièces polaires; on n'altère aucunement la valeur de ce champ en remplissant de fer cette cavité.

» Dans le Tableau ci-dessous, qui est à double entrée, la colonne verticale de gauche indique la distance des pièces polaires, et la rangée horizontale supérieure le courant qui passe dans les hélices magnétisantes. Les nombres situés dans le corps du Tableau mesurent, en unités C.G.S., l'intensité magnétique observée au milieu du champ.

	C.				
D.	2^{amp}.	4^{amp}.	8^{amp}.	16^{amp}.	32^{amp}.
0,0025.......	9060	13460	16930	19400	21100
0,005........	5400	9200	12960	16130	18800
0,01.........	2780	5460	8440	12200	15830
0,02.........	1430	2820	4800	7320	10930
0,04.........	750	1500	2750	4200	6500
0,08.........	360	720	1370	2140	3400

» Tant que la distance des armatures ne dépasse pas 0,02, on peut considérer comme absolument uniforme la portion du champ comprise dans l'intérieur de deux troncs de cône ayant pour grandes bases les pièces polaires et pour petite base commune un cercle de $0^m,03$ ou même $0^m,04$ de diamètre placé au milieu du champ, perpendiculairement à l'axe de l'appareil. Il n'en est plus de même lorsqu'on augmente la distance des armatures, de sorte qu'il y aurait lieu, pour faire des comparaisons utiles, de majorer de 1 à 2 pour 100 les nombres de la cinquième rangée et de 8 à 12 pour 100 ceux de la dernière.

» Quoi qu'il en soit, il est bien vrai que, si l'on considère un champ très intense, *ce champ décroît beaucoup moins vite que ne croît l'écart des pièces polaires*.

» On voit en effet qu'un champ de 21 100 n'a pas été réduit de moitié lorsqu'on a multiplié par 8 la distance des armatures; mais on voit aussi que, si le champ ne dépasse pas 6000 C.G.S. par exemple, on ne commet pas une erreur énorme en admettant qu'il diminue en raison inverse de la distance des surfaces magnétiques. Ainsi un champ de 5400 se réduit à 1430, lorsque l'on quadruple cette distance, tandis qu'il aurait dû descendre à 1350, d'après la loi grossière ci-dessus.

» Il est clair que les résultats obtenus peuvent varier énormément suivant la nature du champ magnétique. Il n'est pourtant pas sans intérêt de remarquer dans le Tableau ci-dessus que, pour produire un champ de valeur invariable en modifiant la distance des pièces polaires, il faut faire augmenter l'intensité du courant plus vite que cette distance. Il en résulte que, si l'on se donne à l'avance l'intensité du champ que l'on veut produire, il y a avantage d'une manière générale à rapprocher les armatures. Il est clair que, en ce qui concerne les machines dynamo-électriques, il y a lieu de tenir compte de l'espace perdu pour l'isolement de l'iuduit.

Si l'on ne fait passer que dans l'une des hélices de l'électro-aimant un certain courant, le champ produit a la même valeur que si l'on faisait passer à la fois dans les deux hélices un courant deux fois moindre. Les observations faites plus haut s'appliquent donc à ce cas.

» J'ai observé aussi qu'il est avantageux de réduire l'épaisseur des pièces polaires, et que plus celles-ci sont épaisses, moindre est la variation du champ pour un même changement dans l'intensité du courant ou dans la distance des surfaces magnétiques. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le pouvoir inducteur spécifique et la conductibilité des diélectriques. Relation entre la conductibilité et le pouvoir absorbant.* Note de M. **J. Curie**, présentée par M. Lippmann.

« I. La méthode dont nous nous servons pour déterminer le pouvoir inducteur spécifique et la conductibilité des diélectriques est une méthode de réduction à zéro, basée sur l'emploi d'une lame de quartz piézo-électrique comme instrument de mesure.

» Les propriétés de cet instrument sont les suivantes : les quantités d'électricité dégagées sont rigoureusement proportionnelles à la traction; elles sont indépendantes de la température entre 10° et 35°.

» Le corps dont on veut étudier les propriétés électriques est pris à l'état de lame mince. On réalise un véritable condensateur avec anneau de garde, en argentant ses deux faces et en découpant une portion centrale sur la surface argentée de l'une d'elles à l'aide d'un simple trait fait avec la pointe d'une aiguille.

» La première face, celle dont l'argenture est continue, est destinée à recevoir la tension d'une pile de quelques éléments Daniell; l'anneau de garde de la deuxième face communique constamment avec la terre; il sert à la fois à réaliser un champ uniforme et à écarter toute crainte de conductibilité superficielle. La portion centrale de la deuxième face sert aux mesures. La méthode consiste à maintenir constamment cette portion centrale au potentiel zéro à l'aide de l'électricité fournie par le quartz piézo-électrique; un électromètre Thomson, fonctionnant comme électroscope, sert à constater si cette condition est bien remplie.

» Pour mesurer le pouvoir inducteur de la substance, on place ou l'on retire brusquement des poids connus sur le plateau de quartz piézo-électrique en même temps que l'on charge ou que l'on décharge électriquement la première face du condensateur : il faut chercher le poids nécessaire pour que l'image de l'électromètre reste au zéro. La charge matérielle du quartz mesure précisément la charge condensée dans la portion centrale de la lame.

» Pour mesurer la conductibilité, on compense exactement l'électricité provenant d'un courant qui traverse la lame par l'électricité qui se dégage du quartz piézo-électrique lorsqu'on le soumet à une charge progressivement croissante, que l'on obtient en faisant couler du mercure d'une manière

continue dans un cristallisoir posé sur le plateau de l'appareil. La vitesse d'écoulement du mercure compense et mesure la vitesse d'écoulement d'électricité dans la lame.

» Il n'est pas nécessaire de connaître le potentiel absolu de la pile et la constante du quartz : le rapport de ces deux quantités intervient seul dans la valeur du pouvoir inducteur et de la conductibilité. On détermine ce rapport à l'aide d'une mesure préliminaire faite avec un condensateur absolu à lame d'air; on cherche pour cela quelle traction il faut exercer sur le quartz pour l'électricité condensée dans le condensateur, lorsqu'il est chargé au potentiel de la pile.

» Pour mesurer la conductibilité, on peut encore, au lieu de l'écoulement de mercure, employer un poids que l'on soutient à la main et qu'on laisse peser peu à peu sur le plateau de traction du quartz; pendant cette opération, on regarde constamment l'image de l'électromètre et l'on arrive, avec un peu d'habitude, à la maintenir constamment fixe; on note le temps nécessaire à l'électricité qui traverse la lame pour compenser le poids.

» Cette manière d'opérer est seule praticable lorsque l'intensité du courant varie rapidement dans la lame. Nous avons pu, en l'employant, construire la courbe complète des intensités en fonction du temps pour un assez grand nombre de substances.

» Les conductibilités spécifiques que nous avons mesurées par ce procédé sont comprises entre 0,000001 et 100 unités C.G.S. électrostatiques, c'est-à-dire que ces corps ont une résistance de 10^{18} à 10^{10} ohms par centimètre cube.

» En employant les corps sous forme de prismes allongés et de faible section, l'on peut étendre les mesures à des conductibilités beaucoup plus grandes.

» II. Lorsqu'on établit une différence de potentiel entre les deux faces d'une lame diélectrique, il se produit d'abord, en un temps inappréciable, une charge brusque; la lame devient ensuite le siège d'un courant électrique, ce courant diminue d'intensité avec le temps et finit par prendre une valeur constante ou par s'éteindre complètement.

» Un premier fait particulièrement frappant, c'est la grande constance de la charge brusque primordiale, à laquelle correspond le pouvoir inducteur spécifique instantané et l'extrême variabilité de la conductibilité. Tous les échantillons d'une même substance (taillés dans la même direction pour les corps cristallisés) donnent la même valeur pour le pouvoir inducteur spécifique instantané. Il est au contraire impossible de trouver

deux échantillons identiques au point de vue de la conductibilité; il n'est même pas rare de rencontrer deux lames également pures d'une même substance donnant des résultats qui sont entre eux dans le rapport de 1 à 5.

» Une variation de température altère à peine la valeur du pouvoir inducteur. Elle fait varier au contraire dans des proportions énormes la conductibilité, et celle-ci, lorsque le corps est revenu à sa température primitive, n'est plus identique à ce qu'elle était auparavant. Malgré ces causes d'incertitude, la conductibilité moyenne doit être considérée comme une donnée assez précise pour un diélectrique, parce que, à une même température, deux corps différents peuvent présenter entre eux des différences de conductibilité plus grandes encore et souvent énormes : c'est ainsi que le sel gemme peut être considéré comme dix mille fois moins conducteur que le verre.

» Un diélectrique parfait serait un diélectrique qui ne donnerait pas de courant après la charge instantanée. Tous les corps semblent tendre vers l'état de diélectrique parfait lorsque la température s'abaisse. M. Boltzmann a montré que le *soufre cristallisé* était un diélectrique très parfait. Il résulte de nos recherches que le *sel gemme* et le *spath fluor* sont dans le même cas à la température ambiante. Viennent ensuite *le quartz* (lame parallèle à l'axe optique), *la topaze* (lame de clivage), *le mica* et *l'ébonite* qui sont encore d'assez bons diélectriques. Nous énoncerons les autres corps que nous avons étudiés dans l'ordre de leur conductibilité croissante examinée à une même température :

» *Spath d'Islande* (lame perpendiculaire à l'axe optique), *spath* (lame parallèle à l'axe optique), *quartz* (lame perpendiculaire à l'axe optique), *sulfate de baryte* (clivage *m*), *cristal, tourmaline rose* (perpendiculaire), *tourmaline verte, alun, verre.*

» Il est intéressant de rapprocher cette liste de celle donnée par Melloni pour les pouvoirs absorbants : *sel gemme, soufre, spath fluor, spath d'Islande, quartz, verre, topaze blanche, sulfate de baryte, tourmaline* (*vert foncé*), *alun.*

» D'une manière générale, la relation signalée par Maxwell entre la conductibilité et le pouvoir absorbant semble se vérifier. Ce qui est surtout probant, c'est que les trois diélectriques les plus parfaits, le sel gemme, le soufre et le spath fluor, sont précisément les trois corps les plus diathermanes. Signalons encore l'ébonite, qui est un corps très peu conducteur et qui, suivant des expériences de Graham Bell et de M. Abney, laisse

passer la chaleur obscure. Nous nous garderons toutefois d'être absolument affirmatif sur la réalité de la relation signalée par Maxwell, et nous remarquerons que, dans l'état actuel de nos connaissances, il est impossible d'arriver à des vérifications précises, puisque, d'une part, l'intensité du courant qui traverse une lame est une fonction du temps, et que, d'autre part, le pouvoir absorbant dépend de la longueur d'onde de la radiation. Les chiffres donnés par Melloni correspondent à tout un groupe mal défini de radiations. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la vitesse de dissociation.* Note de M. H. LESCŒUR, présentée par M. Troost.

« I. Beaucoup de chimistes ont pensé, principalement en vue de l'étude des hydrates salins, à mesurer la vitesse avec laquelle ces composés se dissocient à une température fixe. Lorsque, par les progrès de l'efflorescence, un hydrate est totalement décomposé en une autre combinaison contenant moins d'eau et possédant une tension nouvelle, l'allure de la dissociation change brusquement, et l'observateur est averti de l'existence d'un nouveau composé.

» Je signalerai la détermination par cette méthode des divers sels acides qui se forment dans la dissociation de l'acétate acide de M. Berthelot, $C^4H^3NaO^4, 2C^4H^4O^4$.

» Ce composé est abandonné sous une petite cloche en présence d'un excès de chaux sodée, à la température uniforme de 100°. On mesure la perte de poids p pendant un intervalle de temps t. La dissociation, pendant l'unité de temps, ou la *vitesse moyenne de dissociation* pour la période considérée est $\frac{p}{t}$. Les valeurs successives que prend cette vitesse jusqu'à l'entière décomposition se trouvent dans le Tableau suivant, et en regard la composition du sel acide à la fin de chaque période considérée.

		Vitesse de dissociation (acide acétique perdu par heure).
$C^4H^3NaO^4 + 1,99\,C^4H^4O^4$	Liquide.	gr 0,104
» 1,80 »	»	0,026
» 1,75 »	»	0,012

		Vitesse de dissociation (acide acétique perdu par heure).
		gr
$C^4H^3NaO^4 + 1,40\,C^4H^4O^4$	Solide.	0,049
» 1,05 »	»	0,059
» 0,95 »	»	0,0135
» 0,91 »	»	0,015
» 0,85 »	»	0,014
» 0,71 »	»	0,020
» 0,67 »	»	0,020
» 0,54 »	»	0,019
» 0,45 »	»	0,009
» 0,37 »	»	0,008
» 0,33 »	»	0,007
» 0,31 »	»	0,008
» 0,27 »	»	0,007
....	....	.....
» 0,11 »	»	0,007
» 0,03 »	»	0,003

» Plusieurs périodes sont manifestes dans la dissociation de l'acétate acide de soude. L'existence du biacétate $C^4H^3NaO^4, C^4H^4O^4$ et du sesqui-acétate $C^4H^3NaO^4, \frac{1}{2}C^4H^4O^4$ est nettement indiquée. (Ce dernier n'a pu encore être caractérisé comme composé défini par aucune autre méthode.) La période correspondant au triacétate offre une apparence de confusion dont nous aurons l'explication tout à l'heure.

» II. Un chimiste allemand, M. W. Müller-Erzbach, a voulu aller plus loin dans cette voie ([1]). Il place au milieu d'un espace clos et desséché, dans deux récipients identiques, l'hydrate à dissocier et de l'eau distillée, et il mesure les vitesses v et V avec lesquelles les deux systèmes se déshydratent. Il aurait, en appelant h et H la tension de dissociation de l'hydrate et la force élastique maximum de l'eau à la température considérée,

$$\frac{v}{V} = \frac{h}{H},$$

relation qui permettrait de calculer h.

» On trouve ainsi, pour les deux hydrates du phosphate de soude, à

([1]) W. Muller-Erzbach, *Die Dissociation wasserhaltiger Salze*... (*Ann. phys. Chem.*, n. F., XXIII, 607).

16°-17°, 0,67 et 0,30 comme valeurs de $\frac{v}{V}$, rapports qui s'éloignent notablement des nombres 0,72 et 0,50 déduits des mesures de M. Debray pour les valeurs correspondantes de $\frac{h}{H}$. L'expérience s'accorde donc assez mal avec la méthode.

» Il n'en peut être autrement. En effet, la *vitesse de dissociation* ne dépend pas uniquement de la tension de dissociation, comme le suppose M. W. Müller-Erzbach : elle dépend également de l'état physique des corps qui se dissocient. Une solution émet la vapeur d'eau de tout autre façon qu'un corps solide. Un sel en gros cristaux ne s'effleurit pas comme le même produit en poudre ténue.

» L'expérience sur l'acétate acide de soude, citée au début de cette Note, est instructive à cet égard. Le sel liquéfié présente d'abord des vitesses de dissociation décroissantes. Sans doute, un changement de même sens a lieu dans la tension de la vapeur émise, qui se comporte comme celle d'une dissolution en voie de concentration. Le sel devient ensuite solide et la vitesse de dissociation acquiert subitement une valeur quadruple. On peut s'assurer directement que la tension de dissociation ne présente pas d'accroissement correspondant. La nouvelle allure doit donc être attribuée à la solidification du produit.

» Les trois périodes qui viennent ensuite devraient offrir des vitesses de dissociation uniformes pour correspondre aux tensions de dissociation propres des trois acétates définis. Or, pendant la seconde période surtout, il est visible que la vitesse de dissociation s'accroît à mesure que la proportion de sel dissocié augmente. Le même phénomène s'observe avec le vitriol bleu et d'autres sels. Les cristaux du début, durs et compacts, s'effleurissent mal. Réduits en poudre par les progrès de la décomposition, ils s'effleurissent de mieux en mieux.

» En résumé, les considérations tirées de la *vitesse de dissociation* fournissent des renseignements précieux au point de vue de l'existence des hydrates et des composés analogues ; mais elles ne peuvent donner aucune indication absolue ou relative sur la valeur des tensions de dissociation. La *vitesse de dissociation*, en effet, est non seulement une fonction de la tension de dissociation, mais dépend aussi de l'état physique des corps, élément qui échappe à toute mesure. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur quelques lois de la combinaison chimique.* Note de MM. DE LANDERO et RAOUL PRIETO, présentée par M. Berthelot.

« Nous avons considéré la combinaison chimique comme étant produite par un choc entre les particules des éléments formant un composé. Nous supposons que les particules de chaque élément sont en mouvement avec une certaine vitesse et que cette vitesse est une constante caractéristique de chaque corps. La perte d'énergie ou de force vive due au choc entre des particules non élastiques est considérée par nous comme l'équivalent de la quantité de chaleur dégagée par la combinaison. Une telle hypothèse conduit à la formule

$$f = \frac{ee'}{2(e+e')}(v \pm v')^2, \qquad (1)$$

en appelant

f la quantité de chaleur, exprimée en calories, dégagée dans une combinaison;
e, e' les poids des éléments combinés, équivalents à 1^{gr} d'hydrogène;
v, v' des quantités constantes pour chaque élément, qui sont proportionnelles à leurs propres vitesses, et auxquelles on peut donner le nom de *constantes thermodynamiques* ou bien d'*équivalents thermodynamiques* des éléments.

» Or, considérons deux composés ou plus de deux éléments combinés en proportions différentes : par exemple, les deux bromures de cuivre ou les deux iodures de mercure. Le terme $(v \pm v')^2$ et par conséquent la quantité $v \pm v'$, sera une constante pour chaque système des pareils composés. L'expérience confirme cette conséquence, comme nous aurons à le démontrer. Prenons premièrement les deux bromures de cuivre : les valeurs numériques des quantités composant la formule (1) sont, pour chaque bromure, les suivantes :

Cu^2Br : $e + e'$.......... 143,4 $f = 25900^{cal}$

$CuBr$: $e + e'$.......... 111,7 $f = 17300^{cal}$ (1)

» De la formule (1) l'on déduit

$$v \pm v' = \sqrt{2f\frac{e+e'}{ee'}}, \qquad (2)$$

Cu^2Br : $v \pm v'$...... ± 38,269

$CuBr$: $v \pm v'$...... ± 39,039

(1) BERTHELOT, *Mécanique chimique;* t. I, p. 357 et suiv. (*Tables des chaleurs de combinaison rapportées à l'état solide des composants et du composé*).

» De semblables calculs fourniront les résultats pour d'autres systèmes :

		$v \pm v'$.
(Sn — Br)	SnBr	$\pm$ 45,012
	$SnBr^2$	48,400
(Hg — Br)	HgBr	$\pm$ 34,402
	Hg^2Br	35,000
(Hg — I)	HgI	24,652
	Hg^2I	24,613
(Hg — K)	Hg^8K	38,131
	$Hg^{24}K$	37,810
(Hg — Na)	Hg^8Na	40,350
	$Hg^{12}Na$	40,161
	Hg^7Na	36,019

» Chacune de ces quantités ($v \pm v'$) étant la somme ou la différence des constantes thermodynamiques des deux éléments de chaque système, nous sommes parvenus à calculer les constantes de quelques-uns des éléments par des chemins différents, et calculées toujours au moyen des valeurs des chaleurs de formation indépendantes des causes physiques d'erreurs, c'est-à-dire avec les résultats que M. Berthelot a rapportés à l'état solide des composants et des composés.

							Moyennes.
K				44,450;	43,247;	47,966;	45,221
Na				51,302;	49,135;	48,868;	49,768
Hg	12,459;	10,292;	6,481;	5,277;	9,995;	9,975;	9,079
Br					47,160;	41,182;	44,171
I					34,924;	29,909;	32,416
S					47,887;	47,862;	47,874
Tl					5,804;	4,642;	5,223
Ag					12,125;	13,447;	12,786
Cu					4,481;	5,517;	4,999
Ca				50,498;	46,570;	53,860;	50,309
Al					54,741;	41,695;	48,218
Zn				12,600;	11,186;	15,444;	13,073
Pb					5,125;	5,185;	5,155
Sr					30,958;	44,130;	37,519

» Nous ne donnerons pas à présent d'autres résultats, parce qu'il nous semble que les précédents sont suffisants pour donner quelque idée et de l'objet et des résultats de nos recherches. »

ANATOMIE. — *Sur quelques particularités histologiques des Mollusques acéphales.* Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. H. de Lacaze-Duthiers.

« Pendant ces dernières années, la structure du pied des Mollusques acéphales a été activement étudiée, notamment par MM. Carrière et Th. Barrois, afin de savoir s'il existe en réalité des ouvertures laissant pénétrer l'eau du dehors dans les cavités du système circulatoire; cette eau ainsi introduite jouerait un grand rôle dans le phénomène de la turgescence et de la contraction du pied, car elle augmenterait par son apport la masse du sang et servirait ainsi à dilater les cavités sanguines; dans une pareille hypothèse, la contraction s'expliquerait par le rejet, au moyen de ces pores, de l'eau absorbée. Carrière et Barrois ont démontré que ces ouvertures, dont l'existence a été admise par plusieurs naturalistes, manquent en réalité, et que la couche épithéliale du pied est continue; d'autre part, M. Fleischmann a observé récemment que les phénomènes d'érection et de contraction du pied sont produits, suivant la volonté de l'animal, par le va-et-vient du liquide sanguin des lacunes pédieuses dans les lacunes palléales, et réciproquement.

» J'ai été amené à m'occuper de cette question au cours de recherches sur les Lamellibranches, entreprises pour voir si leurs cavités sanguines, formées aux dépens des lacunes mésenchymateuses du schizocœle de l'embryon, correspondent par leur structure histologique aux cavités sanguines des Ascidies, développées aux dépens d'espaces creusés dans le mésenchyme secondaire de la larve, mésenchyme qui dérive, comme l'ont indiqué MM. Ed. Van Beneden et Julin, de couches épithéliales limitant une double cavité entérocœlienne. J'ai seulement étendu mes investigations aux organes non encore examinés jusqu'ici à ce point de vue, tels que les siphons et les bords du manteau, afin de compléter ainsi la démonstration commencée par Carrière et Barrois; ce sont les résultats auxquels je suis parvenu que j'expose dans la présente Note. J'ai étudié les siphons des *Mya arenaria* L., des *Tapes decussata* L., les bords du manteau des *Tapes aurea* Gm., et les tentacules palléaux des *Lima inflata* Chemn. Grâce aux envois bihebdomadaires d'eau de mer fraîche et d'animaux vivants venant des stations zoologiques de Banyuls et de Roscoff, il m'a été possible d'avoir à Toulouse des individus nombreux et en bon état.

» I. Les canaux sanguins des Lamellibranches ne présentent pas (sauf le

cœur et le péricarde) les caractères histologiques des vaisseaux clos, c'est-à-dire pourvus de parois conjonctive ou musculaire propres et isolables des tissus environnants. Ces canaux sont de simples lacunes conjonctives réunies en un réseau diffus, sauf quelques-unes, à trajet constant et direct sur une certaine étendue, faisant d'ordinaire communiquer le cœur avec les organes. Ces canaux, fréquemment décrits sous le nom d'*artères*, n'offrent pourtant pas une structure différente, quant au fond, de celle des autres lacunes; des fibres musculaires nombreuses enveloppent bien leurs cavités, mais ces fibres ne leur sont pas propres, car chacune d'elles n'entoure pas entièrement la lumière du sinus, provient, par contre, des tissus voisins, environne une partie seulement de la cavité sanguine et la quitte de nouveau pour se perdre dans la trame conjonctivo-musculaire adjacente. La couche conjonctive qui limite immédiatement la cavité ne diffère pas de celle située plus profondément et ne forme pas de membrane connective spéciale; elle est recouverte par un endothélium plus ou moins continu et persistant, dont les cellules ressemblent fort aux globules sanguins et aux éléments figurés du tissu conjonctif. Enfin, de même que chez les Tuniciers, par tous ses caractères, l'ensemble de l'appareil circulatoire des Lamellibranches rappelle le système lymphatique des Vertébrés, et les globules correspondent en tout aux globules de lymphe, de telle sorte que le sang de ces animaux n'est autre que de la lymphe allant elle-même puiser dans la branchie l'oxygène nécessaire aux tissus.

» II. L'état d'extension complète est l'état habituel des organes turgescents chez les individus placés dans leurs conditions normales de milieu; la contraction est, par contre, un fait passager, suivi du retour à l'état ordinaire. Dans tous les organes turgescents, les faisceaux musculaires sont nombreux et orientés dans les sens de rétraction et d'extension de l'organe; le mécanisme de la rétraction est basé sur la contraction des faisceaux musculaires, qui diminuent, aux dépens des lacunes sanguines qu'ils compriment, les dimensions de l'organe suivant leurs propres directions; le sang est chassé dans les lacunes palléales et viscérales. Lorsque la contraction cesse, les fibres musculaires s'allongent de nouveau, reprennent leur longueur habituelle pour demeurer ainsi en repos, et l'organe revient à ses dimensions normales, sans qu'intervienne, comme l'admet Fleischmann, aucun sphincter musculaire. Les siphons et les bords du manteau ne possèdent, pas plus que le pied, du reste, de pores servant d'ouvertures de sortie au sang pendant la contraction, et d'ouvertures d'entrée à l'eau extérieure pendant l'extension: la masse du sang, égale

ou supérieure, comme poids, à la moitié de celle du corps, suffit à elle seule pour expliquer toutes les variations de volume, suivant qu'elle se transporte d'une région dans une autre [1]. »

ZOOLOGIE. — *Sur le système nerveux typique des Mollusques cténobranches.* Note de M. **E.-L. Bouvier**, présentée par M. de Quatrefages.

« La commissure viscérale, croisée en huit, est caractéristique de tous les Gastéropodes prosobranches, à l'exception des Néritidés et des Hélicinidés. Les deux groupes Scutibranches et Cténobranches qui composent cet ordre ont chacun leur trait particulier dans le système nerveux. Chez les Scutibranches, c'est la présence d'une commissure proboscidienne, passant au-dessous de la masse buccale et se rattachant à la fois aux ganglions cérébroïdes et aux connectifs du stomato-gastrique. Ce caractère existe chez tous et fut mis en évidence pour la première fois par M. de Lacaze-Duthiers chez l'Haliotide; on le trouve même chez les Néritidés et les Hélicinidés, qui sont une forme aberrante chez les Scutibranches. Il reparaît aussi chez quelques Cténobranches, tels que la Paludine et l'Ampullaire.

» Cette commissure a disparu chez les Cténobranches, en même temps qu'apparaissait un autre caractère encore plus frappant. En effet, chez tous les Cténobranches, on trouve un connectif reliant plus ou moins directement le ganglion commissural droit au ganglion sub-intestinal.

» Quelle est l'origine de ce connectif? L'étude comparée du système nerveux de tous les Prosobranches montre qu'il résulte de l'anastomose des nerfs palléaux droits issus à la fois du ganglion commissural droit et du ganglion sub-intestinal. Chez les Scutibranches, en effet, on voit que le manteau est essentiellement innervé par le ganglion commissural du même côté; à ce point de vue, la symétrie bilatérale est conservée. Pourtant, on voit déjà des nerfs palléaux partir du ganglion sub-intestinal et se rendre à droite dans le manteau; ils sont peu importants par leurs dimensions, mais leur signification morphologique a une grande valeur. Chez les Turbos en effet nous voyons ce nerf palléal s'anastomoser avec le grand nerf palléal issu du ganglion commissural droit.

» Il en est de même chez la Paludine et le Cyclostome, et un bon dessin de M. de Lacaze-Duthiers met en évidence l'anastomose dans ce dernier type.

(1) Laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Toulouse.

» Il en est encore de même chez la Littorine, mais ici c'est le nerf issu du ganglion sub-intestinal qui a la prédominance. Il en est de même chez les Bithynies et les Mélanies, ainsi que chez le Vermet (M. de Lacaze-Duthiers) et, jusqu'à un certain point, chez la Janthine. La famille des Cérithidés permet d'étudier toutes les phases, et pour ainsi dire, étape par étape, de la transformation de l'anastomose en un connectif allant directement du ganglion commissural droit au ganglion sub-intestinal. Chez les vraies Cérithes (*Cerithium erythronense, vulgatum* et *mediterraneum*), les deux nerfs palléaux se confondent à une distance encore assez grande du ganglion sub-intestinal; il en est de même chez le *Versagus lineatus*. La rencontre se fait aussi près que possible de ce dernier ganglion chez le *Posamides ebeninum;* elle se fait enfin dans le ganglion, et le connectif typique est formé chez les Cerithidea et surtout chez les *Telescopium* et les *Pyrasus*. Chez les *Cerithidea obtusa, Potamides ebeninum* et *Telescopium fuscum,* le ganglion commissural gauche s'est dédoublé en outre. Le connectif est aussi parfaitement formé, mais déjà très court chez le *Cerithium leve* (Quoy et Gaymard), que nous avons dû séparer des Cérithidés pour en faire le genre nouveau *Ceratoptilus levis,* beaucoup plus voisin des Ampullaires.

» Une fois formé, ce connectif prend des dimensions très variables; toujours très épais, il est long chez les Cassidaires et les Xénophores; assez court chez les Cônes et les Ampullaires; très court chez les Calyptrées, les Cyprées et la plupart des Ténioglosses supérieurs, chez les Terebra et les Pleurotomes; presque nul chez les Purpuridés; nul enfin chez le Buccin où le ganglion commissural droit est en contact intime avec le ganglion sub-intestinal. Ainsi se forme ce connectif qui donne au système nerveux des Cténobranches l'apparence d'un système nerveux orthoneure.

» A gauche, le nerf palléal garde toujours son origine dans le ganglion commissural, sauf chez l'Ampullaire où il se transforme en un connectif allant du ganglion commissural gauche au ganglion supra-intestinal. Mais toujours le nerf branchial est relié par une anastomose au nerf palléal. C'est l'image de ce qui s'est passé à droite, avec cette différence que, par exception seulement (Ampullaire), l'anastomose se change en connectif [1]. »

---

[1] Laboratoire de Malacologie du Muséum.

ZOOLOGIE. — *Du platyrhinisme chez un groupe de Singes africains.* Note de M. **A.-T. de Rochebrune**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« L'existence, sur le continent africain, de *Singes platyrhinins* n'a pas été, que nous sachions, jusqu'ici démontrée, et les deux grandes divisions des Singes en *catarhinins*, ou Singes de l'ancien monde, et en *platyrhinins*, ou Singes du nouveau, sont restées telles que Buffon et Étienne-Geoffroy Saint-Hilaire les avaient établies.

» Isidore-Geoffroy Saint-Hilaire, cependant, se basant sur la forme de la cloison nasale de divers types, avait pu dire :

» Ainsi l'intervalle qui, selon les idées admises, séparait les Singes de l'ancien monde et du nouveau, se trouve presque entièrement comblé : d'un côté, par les *Eriodes,* les *Lagotriches* et les *Nyctipithèques,* Singes américains qui tendent à se confondre, pour la disposition de leurs narines, avec les Singes de l'ancien monde; de l'autre, par les *Semnopithèques* et surtout par les *Myopithèques*, qui se rapprochent, sous le même point de vue, des Singes américains. Toutefois », avait-il soin d'ajouter, « on doit se garder de croire qu'il ne reste rien de ces caractères, ils subsistent dans toute leur intégrité, à la condition d'en modifier l'expression : la cloison internasale étant toujours mince ou médiocrement épaisse, *jamais large,* chez les Singes de l'ancien monde, à quelque tribu qu'ils appartiennent; large ou médiocrement épaisse, *jamais mince*, chez les Singes américains. »

» L'étude des *Colobes*, dont nous publions en ce moment la Monographie (I[er] fascicule des *Suppléments à notre Faune de la Sénégambie. Vertébrés*), nous a montré qu'ils font exception au principe universellement admis, et qu'ils sont platyrhinins dans l'acception la plus large du mot, fait précédemment entrevu par Dalhbom et Gray, mais d'une manière superficielle.

» Quand on examine *extérieurement* la région nasale des Colobes, ce qui frappe tout d'abord, c'est la grosseur inusitée du nez, l'écartement des narines, leur position latérale et la largeur de la cloison qui les sépare.

» Tous les Colobes ne possèdent pas, il est vrai, ces caractères à un égal degré de développement; exagérés chez les *C. guereza,* ils suivent chez les autres une sorte de gamme décroissante jusqu'au *C. verus*, où le platyrhinisme atteint son minimum.

» En bornant notre examen au nez cartilagineux, nous eussions pu

nous croire en présence d'une organisation similaire de celle découverte par Isidore-Geoffroy Saint-Hilaire chez les Semnopithèques, avec un degré d'exagération en plus.

» Pour qu'il y ait platyrhinisme complet, il faut, en effet, que le nez osseux fournisse des caractères correspondant aux caractères extérieurs précédemment énumérés; il faut que, contrairement aux Catarhinins dont les os propres du nez sont constamment soudés entre eux, « ne formant » qu'un seul os » même avant la chute des dents de lait, ces deux os restent distincts et séparés « à peu près pendant toute la durée de la vie ».

» Or, de même qu'il nous a été donné de pouvoir comparer les nez cartilagineux des formes de Colobes actuellement connues, de même nous avons pu comparer les têtes osseuses de chacune de ces formes, et toutes indistinctement nous ont montré le caractère cherché, c'est-à-dire les os propres du nez toujours largement séparés, même chez quelques vieux sujets.

» La preuve du platyrhinisme des Colobes nous a semblé dès lors manifeste.

» La place nous fait ici défaut pour montrer les différences capitales qui existent entre les Colobes et les Semnopithèques, considérés encore à cette heure comme la reproduction fidèle les uns des autres; nous discutons, du reste, longuement ces différences dans notre Monographie; mais, en nous référant uniquement au caractère, objet de cette Communication, nous pouvons cependant mettre en relief l'une des plus importantes et dire : Les Semnopithèques, malgré leur cloison internasale médiocrement épaisse, restent Catarhinins *par leurs narines ouvertes en dessous* et par leurs *os propres du nez soudés avant la chute des dents de lait;* ils peuvent tendre, suivant l'opinion d'Isidore-Geoffroy Saint-Hilaire, à diminuer l'intervalle existant entre les Singes de l'ancien et du nouveau monde; mais ce n'est encore là qu'un faible acheminement.

» Les Colobes, au contraire, par leur nez cartilagineux comme par leur nez osseux, comblent cet intervalle; ils forment un groupe complètement à part dans la série des Singes africains.

» Nous avons voulu montrer la présence du platyrhinisme chez les Colobes; nous ne nous appuierons pas sur ce fait anormal pour soulever d'inutiles hypothèses : nous nous bornerons à dire, avec Étienne-Geoffroy Saint-Hilaire (quel meilleur guide pourrions-nous prendre?) : « Cela est ainsi, nous le voyons des yeux du corps, et nous appelons à le voir comme nous le voyons nous-même ! »

BOTANIQUE. — *Recherches expérimentales sur la synthèse des Lichens dans un milieu privé de germes.* Note de M. **Gaston Bonnier**, présentée par M. Duchartre.

« Les Lichens ont été considérés par plusieurs auteurs comme formés par l'association de deux êtres différents : une Algue et un Champignon. La partie du Lichen qui contient de la chlorophylle (*gonidies*) serait formée par l'Algue; la partie qui n'en contient pas (*hyphes*) serait formée par le Champignon. Cette manière de voir a été confirmée par la méthode analytique et l'on a réussi à séparer les deux êtres associés, isolant les gonidies qui peuvent continuer à se développer indépendamment du Lichen, en prenant l'aspect d'Algues connues.

» On a aussi cherché à reconstituer par synthèse l'association qui forme le Lichen, en semant le Champignon sur l'Algue, et l'on peut citer surtout les belles recherches de M. Bornet qui a fait voir comment se produit ce *consortium* chez un grand nombre d'espèces. M. Stahl a même obtenu des Lichens complètement développés, mais il n'a pu réussir qu'avec deux espèces tout à fait spéciales, croissant sur de l'argile.

» La synthèse des Lichens ordinaires les plus connus n'a jamais été obtenue d'une manière complète, et beaucoup de botanistes s'autorisent de cet insuccès dans les cultures pour révoquer en doute la nature complexe de ces végétaux inférieurs qu'ils persistent à considérer comme autonomes.

» Les recherches que j'ai entreprises depuis 1882 sur ce sujet m'ont amené à la reproduction complète par synthèse d'un certain nombre d'espèces de Lichens dans un milieu privé de germes; je vais résumer l'exposé des expériences que j'ai entreprises.

» Les cultures qui ont été faites jusqu'ici pour obtenir le développement des Lichens par synthèse ont toujours été exposées à l'air ordinaire, chargé de germes de toute sorte; dans presque tous les cas, les cultures ont été rapidement détruites par les moisissures. D'ailleurs, lorsqu'un développement plus complet a été obtenu, l'on pouvait toujours admettre que l'air avait pu apporter certaines spores spéciales qui auraient la propriété de développer le Lichen tout entier; on pouvait même supposer que ces spores existaient déjà sur le substratum non stérilisé. Aussi, dans les recherches que j'ai faites, ai-je cherché à réaliser des cultures pures, dans un milieu privé de germes.

» Pour obtenir les premières phases du développement, j'ai pris des spores, projetées naturellement par les Lichens sur des lamelles de verre. Les lamelles ayant été examinées ensuite au microscope et choisies, les spores ont été semées dans de petites cellules closes stérilisées, au travers desquelles on pouvait faire passer un lent courant d'air, privé de germes par son passage au travers d'une grande épaisseur de coton roussi.

» Ces semis de spores étaient faits dans un certain nombre de cellules, en même temps qu'on y plaçait une petite quantité, prise dans une culture pure, de l'Algue qui devait former les gonidies du Lichen à produire. Dans un nombre égal de cellules à cultures, les spores de Lichen étaient semées sans Algues. Le développement des spores s'arrêtait toujours dans ces dernières cellules, tandis que l'association de l'Algue et du Champignon se formait dans toutes les autres, constituant, chez plusieurs, un vrai thalle dont on pouvait suivre en détail, au microscope, la formation sur la lamelle.

» Toutes ces cultures cependant, même les plus pures, ne pouvaient donner sur la petite lamelle de verre un développement complet du Lichen, quoiqu'elles aient déjà produit un thalle plus grand et mieux caractérisé que ceux que l'on avait obtenus jusqu'alors. Aussi ai-je entrepris, en même temps, d'autres cultures sur le substratum même des Lichens dont les spores étaient semées : des fragments d'écorces ou de rochers. L'un de ces fragments étant placé dans un flacon dont les deux tubulures renfermaient du coton, le tout était porté à la température de 115°. Un certain nombre de flacons ainsi préparés recevaient, les uns des semis de Lichens seuls, les autres des semis de Lichens sur culture d'Algue. Les espèces mises en culture étaient choisies parmi les plus répandues sur les écorces des arbres (*Parmelia Acetabulum, Physcia parietina, Physcia stellaris*, etc.) ou sur les rochers (*Lecanora sophodes, Lecanora ferruginea*, etc.); les Algues étaient, en général, des *Protococcus* ou des *Pleurococcus*.

» J'ai obtenu ainsi dans plusieurs des flacons, où Algues et spores avaient été mises en culture, des thalles beaucoup plus développés que ceux des cultures cellulaires, et déjà tout à fait comparables aux Lichens qu'on observe dans la nature. Aucun développement analogue ne se produisait jamais dans les flacons qui n'avaient reçu, sur l'écorce ou sur le rocher, que des spores de Lichens sans Algues, bien que ces flacons aient été placés dans les mêmes conditions d'aération, d'humidité, de lumière et de chaleur que les autres.

» D'autres cultures ont été faites dans des flacons Pasteur, à col bouché

à l'émeri. Un certain nombre de ces flacons stérilisés ont été ensemencés à de grandes altitudes dans les Pyrénées; les cultures ont ensuite été placées dans la région des Sapins, là où le développement des Lichens naturels se fait très rapidement. Plus de deux ans après, les flacons ont été recueillis et examinés. La plupart des cultures où les spores de Lichens avaient été semées avec l'Algue avaient produit un thalle semblable à celui des Lichens naturels, et sur plusieurs de ces Lichens (*Physcia parietina*, *Physcia stellaris*, etc.), ainsi obtenus par synthèse, des fructifications s'étaient développées.

» L'ensemble de ces résultats démontre donc d'une manière complète qu'un Lichen est formé par l'association d'une Algue et d'un Champignon. »

PALÉONTOLOGIE. — *Faune des oiseaux trouvés dans les grottes de Menton (Italie).* Note de M. **Émile Rivière**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Dans la séance du 5 juillet 1886, j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie une Note sur la faune des Invertébrés trouvés par moi dans les grottes de Menton, en Italie, faune représentée par près de 40 000 coquilles appartenant à 171 espèces animales différentes.

» Aujourd'hui je désirerais faire connaître une faune de Vertébrés non moins intéressante peut-être, en tout cas certainement des plus variées. Je veux parler des oiseaux que j'ai trouvés dans ces mêmes grottes et dont les restes sont également des plus considérables.

» En effet, c'est par milliers aussi que j'ai recueilli les ossements de certains d'entre eux, notamment des Gallinacés, genres *Columba* (Pigeon ramier, Biset et Tourterelle), *Tetrao* (Tetras à queue fourchue, Lagopède muet et grand Coq de bruyère), *Perdix* (Bartavelle et Perdrix rouge), et des Palmipèdes, genre *Anas* (Pilet, Souchet commun, Morillon et Canard sauvage). Viennent ensuite les Passereaux et principalement le genre *Corvus* représenté par quatre espèces (Corbeau ordinaire, Freux, Pie et Geai); enfin les Oiseaux de proie qui sont représentés par quatorze espèces, dont dix diurnes, genres *Falco* et *Vultur* principalement, et quatre nocturnes, genres *Strix* et *Otus*, le *Strix vulgaris* surtout.

» Tous ces oiseaux appartiennent, ainsi que le montre le Tableau ci-après, à quarante-deux espèces, toutes encore actuellement vivantes, à

l'exception du *Pyrrhocorax primigenius* (Chocard des cavernes). Mais, pour le plus grand nombre, la distribution géographique n'est plus la même aujourd'hui qu'aux temps quaternaires. Beaucoup d'entre elles ont émigré de la contrée des grottes de Menton par suite des modifications climatériques, par suite aussi du déboisement des montagnes et de la chasse de l'homme.

CATALOGUE.

A. OISEAUX DE PROIE DIURNES.

Aquila ind. [1]	Aigle?
Circaetus gallicus	Circaëte.
Falco tinnunculus.....	Faucon cresserelle.
» *cenchris*........	» cresserellette.
» *nisus*...........	Épervier.
» *milvus*..........	Milan royal.
Circus cyaneus........	Busard.
Vultur gypaetus......	Gypaète.
» *monachus* [2]...	Vautour.
» *albicilla*.......	Pygargue.

B. OISEAUX DE PROIE NOCTURNES.

Strix vulgaris........	Chouette effraye.
» *aluco*...........	Hulotte.
» *noctua*	Grand-Duc.
Otus brachyotus.......	Hibou brachyote.

C. PASSEREAUX.

Turdus migratorius...	Grive de passage.
Hirundo rupestris.....	Hirondelle de rocher.
Coccothraustes vulgaris	Gros-Bec.
Corvus corax.........	Corbeau ordinaire.
» *frugilegus*.....	Freux.
» *pica*..........	Pie.
» *garrulus*......	Geai.
Pyrrhocorax primigenius	Chocard des cavernes.
» *alpinus*....	» des Alpes.

D. GALLINACÉS.

Columba palumbus....	Pigeon ramier.
» *livia*.........	Biset.
» *turtur*.......	Tourterelle.
Tetrao tetrix..........	Tetras à queue fourchue
» *urogallus*.......	Grand Coq de bruyère.
» *lagopus*.........	Lagopède muet.
Perdix græca.........	Bartavelle.
» *rubra*.........	Perdrix rouge.
Coturnix dactylosonans	Caille.

E. ÉCHASSIERS.

Scolopax rusticola	Bécasse.
Fulica atra...........	Foulque morelle.
Rallus aquaticus......	Râle d'eau.
» *porzanus*......	» marouette.
» *crex*...........	» des genêts.

F. PALMIPÈDES.

Cycnus ferus.........	Cygne sauvage.
Anas acuta...........	Pilet.
» *clypeata*.......	Souchet commun.
» *fuligula*.........	Morillon.
» *boschas*..........	Canard sauvage.

» Parmi les quarante-deux espèces d'oiseaux provenant des grottes de Menton, dont plus de la moitié peuvent être considérées comme des espèces comestibles et ont servi à la nourriture de l'homme quaternaire,

[1] Espèce de grande taille dont les os ne sont pas déterminables.

[2] Les pièces que j'ai soumises à l'examen de M. Alph. Milne-Edwards lui ont paru se rapporter plutôt au *Vultur monachus* qu'au *Vultur fulvus*, malgré certaines ressemblances avec ce dernier.

dix-huit avaient été déjà signalées dans certaines cavernes de la France (notamment du sud-ouest) par M. Alphonse Milne-Edwards, dans l'important Mémoire qu'il a publié en 1875 ([1]), et cinq au moins dans la caverne de Verezzi (Ligurie), savoir : le *Falco tinnunculus*, le *Falco cenchris*, le *Strix noctua*, le *Tetrao urogallus* et le *Rallus crex*. Cependant les cavernes même qui en contiennent le plus, comme celle de Gourdan, comme celles de Bruniquel et de la Madelaine, sont loin encore de présenter la variété des espèces que j'ai recueillies dans les grottes de Menton. Mais dans celles-ci, par contre, je n'ai rencontré ni le *Grus primigenia* des Eyzies et de Gourdan, ni le *Nyctea nivea*, le Harfang « qui, à l'époque des cavernes, » comptait parmi les espèces les plus communes de la France et qui est » actuellement relégué dans les régions les plus froides non seulement de » l'Europe, mais aussi de l'Amérique ». Il est vrai que jusqu'à présent le Harfang n'a jamais été rencontré dans les cavernes de la Ligurie ni dans celles de l'Espagne. Il y a là certainement une question de climat.

» Un fait assez curieux aussi est relatif à la Caille (*Coturnix dactylosonans*). Tout le monde sait que cet oiseau traverse chaque année la Méditerranée au printemps pour se rendre en Europe et à l'automne pour regagner l'Afrique. Or, à chacun de ces passages, il séjourne pendant un certain temps sur les côtes de France et de Ligurie avant de reprendre son vol. Je l'ai vu maintes fois s'abattre par bandes dans les environs de mes cavernes pendant mes fouilles; j'ai pu constater aussi combien il est facile de s'en emparer au printemps, épuisé qu'il est par la traversée de la Méditerranée.

» Dans ces conditions, j'avais donc tout lieu d'espérer trouver ses restes en quantité considérable dans les foyers des peuplades quaternaires de Menton; aussi ai-je été vivement surpris de constater, au contraire, l'extrême rareté de ses ossements, rareté que j'ai quelque peine à m'expliquer, à moins, chose peu probable cependant, que la maigreur excessive de son corps, à cette époque de l'année, l'ait fait repousser par l'homme des cavernes comme d'une nourriture peu agréable ([2]). »

([1]) *Observations sur les oiseaux dont les ossements ont été trouvés dans les cavernes du sud-ouest de la France.*

([2]) Les déterminations des différentes espèces d'oiseaux des grottes de Menton ont été faites au Muséum d'Histoire naturelle de Paris, dans le laboratoire de M. le professeur Alphonse Milne-Edwards et grâce à ses bienveillants conseils.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les Échinides jurassiques de la Lorraine.* Note de M. G. Cotteau, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Les étages jurassiques inférieurs sont largement développés dans les départements qui composent la Lorraine (Meurthe-et-Moselle, Vosges, Meuse). Cette région a été étudiée dernièrement, au point de vue stratigraphique et paléontologique, par le professeur Bleicher qui a recueilli dans les diverses couches de nombreux Échinides et a pris soin de fixer exactement leur niveau. Ces espèces, en y réunissant celles qui proviennent d'autres collections ou que je connaissais déjà pour les avoir décrites et figurées dans la *Paléontologie française,* sont au nombre de quatre-vingt-une, ainsi réparties dans les divers étages. Le lias représenté par ses couches inférieures ne renferme qu'une seule espèce, *Cidaris Martini* Cotteau. Connue depuis longtemps, cette espèce occupe un vaste horizon géographique; elle a été rencontrée dans la Côte-d'Or, dans Saône-et-Loire et dans le département de Tarn-et-Garonne; partout elle est rare et caractérise le lias inférieur.

» L'étage bajocien contient trente-trois espèces appartenant à treize genres. Associés à certains types qui se trouvent dans presque toutes les localités où l'étage bajocien a été signalé en France, en Suisse et en Angleterre, il s'en montre d'autres beaucoup plus rares et dont quelques uns sont propres à la région qui nous occupe : *Pygurus Terquemi* Cotteau, remarquable par sa grande taille et sa forme régulièrement ovale; *Clypeus angustiporus* Michelin, que l'étroitesse de ses zones porifères distingue nettement de ses congénères et dont on ne connaissait, avant les dernières recherches des géologues lorrains, qu'un seul exemplaire, de provenance douteuse; *Pygaster semisulcatus* (Phillips) Agassiz, très répandu dans l'oolithe inférieure d'Angleterre, mais fort rare en France, et d'autant plus précieux qu'il établit les rapports existant entre les couches bajociennes de Cheltenham et celles des environs de Nancy; *Cidaris Zschokkei* Desor, représenté par un superbe exemplaire muni de ses mâchoires et de ses radioles qui n'avaient pas encore été trouvés adhérents au test; *Pedina gigas,* reconnaissable à sa forte taille, à sa face supérieure uniformément bombée, à ses tubercules abondants, mais toujours atténués, à son péristome étroit, marqué d'entailles aiguës et profondes, type jusqu'ici spécial à la Lorraine; *Stomechinus Ristoni* Cotteau, que ses tubercules fins et serrés

et ses granules, disposés en séries délicates, ne permettent pas de confondre avec les autres *Stomechinus*. Sur les trente-trois espèces de l'étage bajocien, six espèces seulement franchissent les limites de l'étage et se retrouvent dans les couches bathoniennes : *Echinobrissus Terquemi* d'Orbigny, *Galeropygus Nodoti* Cotteau ; *Pygaster Trigeri* Cotteau, *Pseudodiadema depressum* Desor, *Ps. pentagonum* Desor et *Stomechinus serratus* Desor. Restent vingt-sept espèces qui peuvent être, dans la région, considérées comme caractéristiques de l'étage bajocien.

» Les différentes couches de l'étage bathonien sont également très riches en Échinides; elles en renferment vingt-six espèces, faisant partie de treize genres. Ici encore, nous avons à signaler plusieurs types intéressants : *Cidaris Kœchlini* Cotteau, dont nous ne connaissons que les radioles qui s'éloignent de tous les autres par leurs côtes régulières, coupées transversalement de petites rides granuleuses, ondulées, serrées, avec lesquelles se croisent des stries fines et longitudinales; *Hemicidaris granulosa* Agassiz, indiqué seulement en Angleterre et en Suisse, et que nous retrouvons, en Lorraine, au même horizon stratigraphique; *Orthopsis Peroni* Cotteau, bien caractérisé par ses pores simples, par ses petits tubercules perforés et non crénelés, par ses plaques porifères droites et régulières, curieuse espèce se rapportant à un genre longtemps considéré comme essentiellement crétacé, mais qui bien certainement a fait son apparition à l'époque bathonienne et a été recueilli en Lorraine au même niveau que dans le Var et la Côte-d'Or. Les six espèces qui s'étaient déjà montrées dans l'étage bajocien suffisent pour indiquer les rapports qui existent entre ces deux étages, formés, bien qu'à des époques distinctes, sous des influences à peu près identiques.

» Pendant le dépôt des étages callovien et oxfordien, les Échinides éprouvent, en Lorraine comme dans les autres contrées, un temps d'arrêt dans leur développement. Cinq espèces seulement ont été recueillies, trois dans l'étage callovien et deux dans l'étage oxfordien.

» A l'époque corallienne, les Échinides reparaissent beaucoup plus nombreux, et nous en connaissons vingt-deux espèces réparties en onze genres. Beaucoup d'entre elles, *Pygaster umbrella*, *Cidaris Blumenbachi*, *florigemma*, *propinqua* et *cervicalis*, *Hemicidaris crenularis*, *Glypticus hieroglyphicus* et *Stomechinus perlatus* sont des espèces classiques pour ainsi dire, partout très abondantes, et qui rattachent d'une manière positive ces dépôts de la Meuse au corallien inférieur du Jura et de la Bourgogne. A ces espèces bien connues se mêlent d'autres types plus rares : *Pseudodiadema*

submamillanum Cotteau, spécial à la région; *Hemipedina Sœmanni,* dont nous ne connaissons qu'un seul exemplaire, qui s'éloigne nettement de ses congénères par le nombre de ses tubercules secondaires, presque aussi gros que les tubercules principaux; *Pedina Charmassei,* l'une des espèces les plus volumineuses du genre, et qui se distinguera toujours facilement à sa forme renflée et hémisphérique, à l'étroitesse de ses aires ambulacraires.

» L'étude que nous venons de faire nous démontre que, dans cette région de la France, les Échinides suivent un développement identique à celui que nous avons constaté sur d'autres points du terrain jurassique. Très rares encore dans le lias, ils apparaissent brusquement dans l'étage bajocien et se multiplient, même dans les couches les plus inférieures, avec une grande variété de genres et d'espèces. »

PHYSIOLOGIE. — *Étude sur la physiologie de la respiration des chanteurs.* Note de M. **Anatole Piltan** (¹).

« J'ai pris des tracés de chanteurs exercés et non exercés dans différents laboratoires, et notamment dans ceux de MM. Paul Bert et Marey, et j'ai constaté que la qualité de la voix était inhérente au type expiratoire (inconscient ou acquis par une éducation spéciale) adopté par le sujet.

» 1° Le diaphragme peut rester immobile ou se relever en subissant, par l'intermédiaire des viscères, le mouvement de contraction des muscles abdominaux; 2° agir comme muscle inspirateur.

» Dans le premier cas, l'inspiration s'étant produite par un mouvement d'élévation des côtes, le diaphragme restant au repos, l'expiration se traduit par un mouvement d'abaissement des côtes, le diaphragme passif. Les viscères abdominaux ne subissent aucune compression. La capacité pulmonaire est faible. La voix manque totalement d'ampleur et d'intensité. Pour obtenir une action expiratrice plus forte, il est nécessaire que les viscères comprimés par les muscles abdominaux soulèvent la voûte du diaphragme. Cette action est d'autant plus intense que la pression dans l'abdomen a été plus grande dans l'inspiration.

» Ce type expiratoire a deux inconvénients : 1° il détermine une énorme pression sous-glottique, dont la conséquence immédiate est de laisser

(¹) Extrait par l'auteur du Mémoire lu dans la séance du 2 novembre 1886.

échapper, à travers la glotte, de l'air non employé à la production du son; 2° il provoque l'élévation du larynx, la contraction du pharynx et occasionne ainsi l'étranglement du son.

» Dans le second cas, le diaphragme, en continuant à se contracter pendant l'expiration, diminue sa courbure, produit une action inspiratrice sur l'air contenu dans les poumons, contre-balance le mouvement d'affaissement du thorax, et contribue ainsi à établir un équilibre entre les forces expiratrices et inspiratrices dont la résultante a pour effet de ne débiter que peu d'air, d'une façon égale et sous une très faible pression. C'est ainsi qu'un bon chanteur peut tenir un ou plusieurs sons, articulés ou non, à toutes les hauteurs de son échelle vocale pendant trente ou trente-cinq secondes.

» Des tracés ont été pris à l'aide d'explorateurs placés : l'un au sternum, l'autre à l'ombilic, et aussi à l'aide de mon laryngographe appliqué sur l'intervalle crico-thyroïdien. J'ai contrôlé leur valeur par l'emploi simultané d'un spiromètre relié à un manomètre à air libre. J'ai pu constater ainsi : 1° que la moyenne de la capacité pulmonaire chez l'homme est de $3^{lit},5$ à 4^{lit}, et chez la femme de $2^{lit},5$ à 3^{lit}; 2° que le plus grand nombre de litres d'air introduits dans les poumons ne détermine pas la meilleure voix; 3° que le mode d'expiration seul règle le débit de l'air à la glotte.

» Je recherchai quelle pouvait être la pression sous-glottique dans l'émission de la voix. Je fis des expériences sur des trachéotomisés ayant un peu de voix, et je trouvai que leur pression sous-glottique s'élevait à $0^{m},04$ de mercure pour un *fa* du médium et à $0^{m},08$ pour l'octave supérieure. J'en conclus : 1° que cette pression énorme est attribuable à la béance constante de leur glotte malade; 2° qu'en conséquence cette pression augmente chez eux en raison de la hauteur du son. La durée de leur expiration n'étant que de six à sept secondes, leur débit d'air d'environ 4^{lit}, et l'intensité du son très faible, j'en conclus : 1° que l'air qu'ils expulsaient n'était pas entièrement divisé et brisé à la glotte, qu'une certaine quantité sous une pression mal contenue passait à travers leur glotte ouverte; 2° que des résultats analogues m'avaient été donnés par des sujets, hommes et femmes, non trachéotomisés, et dont les cordes vocales étaient cependant en bon état, quand, dans l'expiration vocale, le diaphragme était soulevé par les viscères abdominaux sous l'action des muscles des parois abdominales.

» Je cherchai à comparer la pression sous-glottique avec celle d'un orgue. M. Cavaillé-Coll m'apprit que la pression doit être égale pour tous les tuyaux et qu'elle correspond à $0^{m},01$ de mercure. Rien n'est plus im-

portant que de régler cette pression : en la diminuant on diminue l'intensité du son ; en la diminuant encore un peu, on rend l'orgue muet ; en l'augmentant un peu, on en augmente l'intensité ; en l'augmentant encore un peu, on enroue ou l'on fait octavier les tuyaux ; en l'augmentant davantage, on n'obtient plus de son du tout. En changeant l'équilibre de la pression, on n'obtient que des sons tremblotants ou d'une mauvaise qualité, car leurs vibrations ne peuvent être régulières et périodiques.

» Avec la soufflerie humaine, qui n'est pas continue, les choses se passent cependant d'une façon analogue, selon que nous augmentons ou diminuons la pression sous-glottique.

» Un beau son est en raison inverse de la vitesse de l'air au manomètre. Et la preuve, c'est qu'un trachéotomisé produit un mauvais son en six secondes, et qu'un bon chanteur met trente secondes à en produire un beau, c'est-à-dire cinq fois plus de temps à débiter la même quantité d'air. De plus, le trachéotomisé exerce une pression de $0^m,04$ de mercure pour produire ses meilleures notes. Or, comme la pression détermine la vitesse de l'air, il n'est pas douteux que, s'il exerçait une pression quatre fois moindre, il obtiendrait une vitesse quatre fois plus lente, soit $6 \times 4 = 24$ secondes, et il aurait encore un désavantage sur le bon chanteur.

» Je conclus : 1° que la pression sous-glottique, dans des conditions normales, ne doit pas égaler celle de l'orgue et ne doit pas atteindre $0^m,01$ de mercure ; 2° que la plus grande hauteur des sons ne doit pas être obtenue par un plus grand appel de souffle, et c'est ce qui explique la possibilité qu'ont tous les bons chanteurs de chanter longtemps, sans effort apparent et sans fatigue. Dans le larynx humain, les cordes vocales jouent le rôle d'anches membraneuses et laissent entre elles une fente en rapport avec la nature du registre et la hauteur du son. Elles ont l'avantage sur les anches artificielles de pouvoir rapidement et sûrement modifier, avec le secours de l'oreille, leur tension et leur forme.

» J'ai essayé de faire adopter à des chanteurs doués d'une voix défectueuse la respiration des bons chanteurs, et j'ai constaté : 1° que leurs mouvements respiratoires sont absolument sous la dépendance de la volonté ; 2° que l'appareil sus-laryngien ne forme pas le son : il le modifie seulement ; 3° que le chant peut être désormais considéré comme une gymnastique de la respiration.

» Une belle voix est le résultat d'un équilibre parfait entre une faible pression d'air sous-glottique et la tension passive des cordes vocales au moment de l'expiration. »

BACTÉRIOLOGIE. — *Etudes bactériologiques sur les Arthropodes.* Note de M. **Balbiani.**

« La considération du genre de vie a conduit, comme on sait, les auteurs à diviser les Bactériens en *parasites* et *saprophytes,* suivant que leur évolution s'accomplit tout entière dans un organisme vivant ou dans le milieu extérieur. Entre ces deux groupes, ils ont placé celui des *parasites facultatifs,* qui combinent les deux modes d'existence, c'est-à-dire se développent presque également bien dans un milieu vivant ou dans un milieu mort.

» Quelques auteurs ont admis au contraire que les parasites (spécialement les pathogènes) et les saprophytes n'étaient pas spécifiquement distincts les uns des autres, et qu'une espèce déterminée pouvait vivre alternativement à l'état de saprophyte ou à l'état de parasite. Cette manière de voir parut recevoir un grand appui des expériences de Buchner, qui prétendit avoir réussi, à l'aide de modes particuliers de culture, à transformer le Bacille du foin (*Bacillus subtilis*) en Bacille du charbon (*B. anthracis*) et *vice versa.* Ces résultats de Buchner ont été contestés par Koch, Prazmowsky, Klein et d'autres, et l'on admet presque universellement aujourd'hui la spécificité de tous les Bactériens pathogènes.

» D'un autre côté, un grand nombre d'expériences ont prouvé que les espèces saprophytes ne trouvaient pas dans les organismes vivants un terrain favorable à leur développement. C'est ainsi que les Bacilles du foin introduits dans le corps d'un lapin, d'une souris ou d'une grenouille restent absolument inoffensifs pour ces animaux.

» Le groupe des Bactériens pathogènes a été établi presque exclusivement sur des observations recueillies chez l'Homme et les animaux supérieurs, dont les liquides organiques présentent des conditions physico-chimiques très différentes de celles des milieux où se développent les espèces saprophytes. Ces milieux se rapprochent davantage, au contraire, par leur composition gazeuse et leur température variable, des fluides organiques des animaux inférieurs, particulièrement des Invertébrés. Il était, par conséquent, intéressant de rechercher si les saprophytes, qui ne trouvent pas chez les animaux à sang chaud les conditions favorables à leur développement, ne rencontreraient pas celles-ci chez les animaux à sang froid, les Invertébrés en particulier, et ne deviendraient pas ainsi

pour ces derniers des agents pathogènes, tandis qu'ils restent inoffensifs pour les premiers. C'est la question que je me suis proposé d'élucider par quelques recherches spéciales.

» Mes expériences ont été faites avec les Bacilles saprophytes qui se développent communément dans les diverses infusions organiques. J'ai employé principalement ceux des macérations de foin, d'herbe et de jaune d'œuf. Les spores de ces Bacilles, recueillies dans un état de pureté aussi grand que possible, étaient inoculées daus le sang à des espèces variées d'Arthropodes, principalement d'Insectes, au moyen d'une piqûre faite à la paroi du thorax ou de l'abdomen. Je résumerai dans les propositions suivantes les principales conclusions de mes recherches :

» 1° Les Bacilles saprophytes, inoculés dans le sang, sont pathogènes pour un grand nombre d'Arthropodes : Insectes, Aranéides, Phalangides, etc. La mort survient dans un espace qui varie de douze à quarante-huit heures, suivant la température extérieure, la provenance et la quantité des spores inoculées, la taille, l'âge et la susceptibilité spécifique des sujets.

» 2° Ceux-ci meurent avec tous les symptômes qui caractérisent la maladie connue sous le nom de *flacherie* chez les Vers à soie, maladie déterminée par le développement de Bactériens d'espèces variées dans l'organisme de ces animaux : mollesse et flaccidité du corps, prompte altération des tissus et des liquides, fétidité prononcée, etc.

» 3° Les Insectes des différents ordres ne présentent pas tous une susceptibilité égale à l'action virulente des Bacilles saprophytes. Les Lépidoptères, Diptères, Hyménoptères et généralement toutes les espèces qui ne contiennent qu'une petite quantité de sang proportionnellement à la masse du corps, sont tués plus rapidement et plus sûrement que celles où la proportion relative du sang est plus considérable, et surtout où ce sang est plus riche en corpuscules solides. Tels sont notamment un grand nombre d'Orthoptères, surtout les Gryllides, qui se montrent particulièrement réfractaires à l'action des Bacilles, en quelque quantité que ceux-ci leur soient inoculés.

» 4° La cause de cette résistance à l'infection bacillaire doit être attribuée à l'action qu'exercent sur les Bacilles deux ordres d'éléments de l'organisme des Insectes, savoir, d'une part, les globules du sang qui, au moyen de leurs expansions pseudopodiques, s'emparent des Bacilles flottants dans le sang, et les font pénétrer dans leur substance, où ils sont promptement désorganisés; d'autre part, les éléments du tissu péricardial,

constitués par de grandes cellules à noyaux multiples, qui entourent le cœur ou vaisseau dorsal sous forme de plaques ou de cordons cellulaires plus ou moins développés suivant les types. A l'exclusion de tous les autres tissus du corps, le tissu péricardial a la propriété de retenir les Bâcilles charriés par le sang et de les faire pénétrer dans l'intérieur de ses cellules composantes, où ils se détruisent comme dans les corpuscules sanguins.

» 5° Cette identité du mode d'action exercée sur les Bacilles par les cellules sanguines et les cellules péricardiales est la conséquence des relations génétiques qui existent entre ces deux sortes d'éléments des Insectes, le tissu péricardial étant le foyer de formation des corpuscules sanguins chez ces animaux, ainsi que je le démontrerai dans un autre travail.

» 6° Les spores des Bacilles saprophytes, conservées pendant plus de six ans à l'état de dessiccation, sont encore capables de déterminer la mort par inoculation dans le sang; seulement cette mort est plus tardive que celle causée par des spores fraîches, par suite du temps plus long que les vieilles spores exigent pour leur germination. »

M. **O. Callandreau** adresse la rectification suivante à la Note qu'il a présentée dans la séance du 8 novembre :

« Par suite de l'omission d'un terme dans le calcul de la dérivée du premier membre de l'équation (3) (voir ce Volume, p. 865, au bas), oubli dont je viens seulement de m'apercevoir, les conclusions auxquelles on est parvenu se trouvent pour le moment réservées. »

A 3 heures trois quarts, après le dépouillement de la Correspondance, la séance publique est levée en signe de deuil et l'Académie se forme en Comité secret.

Le Comité secret se termine à 4 heures et demie. A. V.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 15 novembre 1886.

Traité élémentaire de Chimie organique; par MM. Berthelot et Jungfleisch; troisième édition. Paris, Dunod, 1887; 2 vol. in-8°.

Traité élémentaire de Chimie; par L. Troost; neuvième édition. Paris, G. Masson, 1887; 1 vol. in-8°.

Étude anatomique des glandes connues sous les noms de sous-maxillaire et sublinguale chez les mammifères; par M. L. Ranvier. Paris, G. Masson, 1886; in-8°. (Extrait des *Archives de Physiologie.*)

Répartition géographique et densité de la population en France; par M. V. Turquan. Nancy, impr. Berger-Levrault, 1886; in-8°. (Renvoi au concours de Statistique, 1887.)

Congrès international des électriciens. Paris, 1881 (6e *séance, samedi* 1er *octobre* 1881). *Communication de* M. Cabanellas. *Organisation automatique du transport et de la distribution de l'énergie.* Paris, Impr. nationale, 1881, in-4°.

Recherches expérimentales sur la morve; par MM. Cadéac et Malet. Toulouse, impr. Durand, Fillous et Lagarde, 1886; in-8°. (Extrait de la *Revue vétérinaire publiée à l'École de Toulouse.*)

Annales de la Société royale malacologique de Belgique; T. XX (3e série, T. V), année 1885. Bruxelles, P. Weissenbruch, 1886; in-8°.

Note sur les tremblements de terre partiels et superficiels de la surface du globe. Sur un tremblement de terre partiel ou de la surface, dans le département du Nord; par M. Virlet d'Aoust. Paris, impr. Bourloton, 1886; 2 br. in-8°. (Extrait du *Compte rendu des séances de la Commission centrale de la Société de Géographie.*)

Examen des causes diverses qui déterminent les tremblements de terre; par M. Virlet d'Aoust. Lagny, impr. F. Aureau, 1886; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France.*)

Las maluras de la vinya. Medis pera combater lo mildiu y l'antracnosis en 1887; *per* D.-R. Roig y Torres. Barcelona, administracio de la *Cronica cientifica,* 1887; br. in-8°.

Memoria acerca de la primera exposision internacional de Electricidad cele-

brada en Europa, escrita por D.-R. Roig y Torres. Barcelona, 1885; br. in-8°.

Concurso internacional de aparatos anticriptogamicos e insecticidas de Conegliano; medios para combatir la Peronospora de la vid. Memoria redactada por D.-R. Roig y Torres. Barcelona, 1886; in-8°.

Universidad central. Memoria estadistica del Curso de 1884 *a* 1885 *y Anuario de* 1885-86, etc. Madrid, tipogr. Gr. Estrada, 1886; in-4°.

Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto, n° 4. Rio-de-Janeiro, 1885; in-8°.

C.-F. de Landero y R. Prieto. *Dinamica quimica*. Guadalajara, tip. M. Perez Lete, 1886; br. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 12 juillet 1886.)

Page 143, ligne 21, quatrième colonne, *au lieu de* 39,5, *lisez* 59,5.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 NOVEMBRE 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

BIOGRAPHIE. — *Notice sur M.* L.-R. Tulasne; par M. **Ed. Bornet.**

« Le 28 décembre 1885, dans la séance où fut annoncée la mort de M. Tulasne, survenue le 2 du même mois, M. Duchartre lut une Notice sur la vie et l'œuvre botanique du savant d'élite que l'Académie venait de perdre. On sait trop ici avec quelle clarté, quelle chaleur communicative l'éminent doyen de la Section de Botanique exprime sa pensée, combien il excelle à mettre en plein jour les points essentiels d'un travail scientifique, pour qu'il soit nécessaire que je m'excuse de ne pas refaire une Notice qu'il a faite avec un talent et une autorité auxquels je ne saurais prétendre. J'ajouterai seulement quelques détails biographiques qui lui sont demeurés inconnus, qui ne sont connus que de très rares amis, tant la vie de M. Tulasne s'est écoulée silencieuse dans le recueillement du travail et des bonnes œuvres.

» M. Louis-René Tulasne ([1]) est né le 12 septembre 1815, à Azay-le-Rideau (Indre-et-Loire). Venu tout jeune à Poitiers, il suivit comme externe le lycée de cette ville où il fit toutes ses classes. Il étudia ensuite le droit à la Faculté de Poitiers, fut reçu licencié le 13 août 1835 et, pour se conformer au désir de son père, il embrassa la carrière du notariat. Il était deuxième clerc dans une étude de Poitiers lorsqu'il perdit son père en septembre 1839.

» Libre alors de suivre ses goûts personnels, possesseur d'une aisance qui lui permettait de s'y livrer tout entier, il se hâta de rejoindre son jeune frère, Charles, qui étudiait en Médecine à Paris, et il se mit à cultiver la Botanique qui l'attirait depuis longtemps. M. Mauduyt, conservateur des Musées de la Ville, Desvaux, qui fut directeur du Jardin de Botanique d'Angers, Delastre, auteur de la *Flore de la Vienne*, avaient guidé ses premiers pas à Poitiers. Il arrivait si bien préparé à profiter des leçons des Brongniart, des Jussieu, des Léveillé, que, dès 1841, il publiait avec son frère un premier Mémoire sur les Champignons, devenait collaborateur d'Auguste Saint-Hilaire et que, l'année suivante, en avril 1842, après un stage de deux mois, il était nommé aide-naturaliste au Muséum en remplacement de Guillemin. Dès lors, les Mémoires scientifiques se succèdent sans relâche; les faits nouveaux s'y pressent, nombreux, imprévus et si importants que la face de la Mycologie en est renouvelée. L'aide-naturaliste était passé maître. L'Académie ne fut pas la dernière à le reconnaître et, le 9 janvier 1854, elle l'appelait à remplir la vacance produite par le décès d'Adrien de Jussieu. « Me voici donc Membre, indigne à la vérité, du corps » savant le plus illustre de l'Europe », écrit-il à cette occasion à l'un de ses amis d'enfance. « J'espère, Dieu aidant, que je parviendrai à conserver la » bonne opinion qu'on a de moi, et [c'est] à quoi je m'emploierai de tous mes » moyens. » Il tint parole et a réussi. Pendant dix ans, son activité scientifique ne s'est pas ralentie; puis, lorsqu'il eut achevé, non sans quelque peine, le troisième volume du *Selecta Fungorum Carpologia* qui, dans le projet primitif, en comportait cinq, affaibli par le travail et la maladie, il quitta Paris pour Hyères et ne revint plus. Ses publications devinrent plus rares et s'arrêtèrent tout à fait en 1873. Enfin il donna son herbier de Champignons au Muséum d'Histoire naturelle, sa bibliothèque à l'Université catholique de Paris et cessa de s'occuper des choses temporelles pour s'at-

([1]) M. L.-R. Tulasne était désigné dans sa famille par le prénom d'Edmond; c'est de ce prénom qu'il signait sa correspondance.

tacher à celles de l'éternité, à ses yeux seules nécessaires. Un tel renoncement répondait à un pli déjà ancien de sa pensée.

» Quand nous serons à notre dernière heure, lisons-nous dans une lettre du 8 janvier 1855, ce nous sera une maigre consolation de songer à la vaine gloire dont nous aurons pu jouir à tort ou à raison. Combien nous serions sages si nous nous appliquions à juger tout, dès à présent, comme nous le ferons à ce moment solennel et décisif !

» Sur les cinquante-sept publications de diverse importance inscrites au nom de M. L.-R. Tulasne, quinze, parmi lesquelles figurent les splendides Ouvrages intitulés : *Fungi hypogæi* et *Selecta Fungorum Carpologia*, sont également signées par Charles Tulasne. Mais ce ne sont pas les seules auxquelles celui-ci ait donné son concours. Plus jeune que son frère d'un an et quelques jours ([1]), d'une adresse manuelle extraordinaire, d'une persévérance à toute épreuve, dessinateur élégant et prompt, il s'est fait l'aide assidu, empressé, infatigable, sans lequel un grand nombre des travaux de son aîné n'auraient jamais abouti. Quand la nomination de celui-ci au Muséum l'eut définitivement acquis à la Botanique, Charles lui sacrifia sa carrière médicale, toute pensée d'établissement dans le monde, et ne le quitta qu'en mourant. Toute leur vie, les deux frères vécurent ensemble dans la plus parfaite intimité : l'aîné plus sérieux, plus réservé, supérieur par la valeur intellectuelle et la culture littéraire; Charles plus expansif, plus attirant : l'un la pensée, l'autre l'action; tous deux d'une bonté rare, d'une douceur exquise, d'une charité sans mesure. De cette étroite association surgirent, non seulement les œuvres scientifiques qui ont rendu leur nom fameux, mais encore, il n'est pas permis de l'oublier, une série de fondations pieuses et charitables, des écoles, des hospices, des églises, que leur main libérale a semées sur divers points de la France. Hommes d'une foi profonde dont les manifestations éclatent presque à chaque page du plus grand de leurs Ouvrages, en même temps qu'ils ont été hommes de science et de labeur opiniâtre, ce serait mutiler leur vie et leur œuvre que de n'en pas laisser entrevoir l'ensemble sous ses divers aspects et dans sa féconde plénitude.

» Dans leur premier Mémoire sur les Champignons, MM. Tulasne abordèrent une question d'un intérêt majeur pour la Mycologie de l'époque.

([1]) Charles Tulasne, né à Langeais (Indre-et-Loire) en 1817, est mort à Hyères, le 28 août 1884.

Malgré diverses observations dont les auteurs ne saisirent pas l'importance ou qu'ils s'efforcèrent, par des explications plus ou moins ingénieuses, de faire rentrer dans la règle commune, on admettait sans contestation que les Champignons se reproduisaient uniformément par des semences contenues dans des thèques. En 1837, Léveillé démontra qu'il n'en est rien et qu'une grande partie des Champignons charnus, parmi lesquels les plus nombreux et les plus connus, comme les Agarics et les Bolets, produisent leurs spores au sommet de petits prolongements qui surmontent des cellules particulières nommées *basides*. Léveillé n'avait étudié que des Champignons dont la fructification est extérieure; M. Berkeley fit voir que les Champignons à fructification intérieure, les Gastéromycètes, présentent aussi les deux types de fructification. Le savant anglais avait examiné quatre genres seulement de ce groupe, lorsque MM. Tulasne s'emparèrent de la question. Celle-ci n'était pas aussi facile qu'il semblerait au premier abord. Un grand nombre de Gastéromycètes vivent sous la terre et sont difficiles à trouver; un mode de vie aussi particulier donne à tous un aspect uniforme qui n'apprend rien sur la structure interne; celle-ci d'ailleurs n'est souvent intacte que dans la première jeunesse du Champignon. Toutes les difficultés furent surmontées; dans dix Mémoires successifs, MM. Tulasne épuisèrent le sujet et les *Fungi hypogæi* qui terminent la série sont devenus sur ce point le code de la Mycologie actuelle.

» Aux Gastéromycètes se rattachaient les Urédinées et les Ustilaginées, ces Champignons redoutés des agriculteurs, dont l'origine, la structure, le développement étaient encore à peine connus. En semant leurs spores, MM. Tulasne découvrirent que ces spores ne se développent pas immédiatement en une plante semblable à celle qui leur a donné naissance, mais que le filament germinatif produit des spores secondaires de forme caractéristique pour chacun des groupes : découverte aussi imprévue qu'importante qui ouvrit la voie aux expériences de culture qui ont éclairé d'une vive lumière la biologie curieuse et complexe de ces végétaux.

» Vers le même temps, la recherche des organes de la reproduction sexuée chez les Cryptogames inférieures excitait vivement les esprits. La découverte des anthérozoïdes des *Chara*, des Fougères, des *Fucus*, faisait espérer une solution prochaine. Pendant que, dans notre pays, Thuret étudiait les Algues dans cette direction, MM. Tulasne soumettaient les Lichens et les Champignons à un minutieux examen, afin de pénétrer le secret de leur sexualité si bien gardé jusqu'alors. Moins heureux que leur émule, ils ne

réussirent pas à prouver que les spermaties sont des organes mâles comme ils l'avaient pensé d'abord, mais ils trouvèrent plus et mieux en démontrant, par des faits nombreux, tirés de groupes très divers, que les Champignons possèdent des organes reproducteurs multiples, très variés de structure et d'aspect. Il en résultait que beaucoup de formes, dispersées dans les différentes familles de Champignons généralement admises, n'étaient que les membres disjoints de diverses entités spécifiques. C'était le bouleversement des idées reçues, mais c'était aussi le début d'une ère nouvelle pour la Mycologie, qui repose tout entière aujourd'hui sur les bases solides établies par MM. Tulasne. La méthode qui les a conduits à ces merveilleux résultats est la pure méthode anatomique : la continuité tissulaire des organes est toujours l'argument probant et irréfutable dont ils appuient leurs démonstrations. Les travaux récents fondés sur des méthodes de culture grâce auxquelles on suit l'évolution d'une espèce depuis la spore jusqu'à la reproduction d'une spore semblable, ce grand desideratum de la Mycologie ancienne (¹), n'ont fait qu'étendre, en les confirmant, les résultats obtenus par MM. Tulasne.

» La science des végétaux comprend des questions assez diverses, et le plus souvent ses adeptes concentrent leurs efforts sur une seule de ses parties, à l'exclusion des autres; l'usage du microscope comme instrument d'étude habituel établit, en outre, entre les botanistes, une séparation assez tranchée. M. Tulasne n'a pas connu ces distinctions. Il a mené de front des travaux de Botanique descriptive, des recherches d'Anatomie extrêmement délicates, et ses études sur les Champignons. Attaché aux galeries du Muséum, chargé en cette qualité de ranger des herbiers qui s'agrandissent incessamment, il en prit occasion de publier des monographies de familles peu connues, des descriptions de genres nouveaux, des contributions importantes aux flores de la Colombie, de Madagascar, etc. Dans cet ordre de travaux, il ne fut inférieur à aucun autre; il fut l'égal des meilleurs dans ces études d'Embryogénie végétale dont les difficultés, à une époque où les procédés techniques qui rendent actuellement ce genre de recherches plus aisément accessibles n'existaient pas encore, ne sauraient être exactement appréciées que par ceux qui les ont abordées et qu'un petit nombre seulement étaient capables de surmonter.

» J'ai rapproché tout à l'heure le nom de Thuret de celui de M. Tulasne.

(¹) *Voyez* Léveillé (*Ann. des Sc. nat.*, 2e sér., *Bot.*, 1837, t. VIII, p. 321), cité par Tulasne, *Selecta Fungorum Carpologia,* I, p. 86.

Il existe en effet plus d'un point de ressemblance entre ces savants. Nés de même dans des conditions qui les débarrassaient des soucis matériels de l'existence, préparés tous deux à d'autres carrières par l'étude du droit, ils ont appliqué l'un et l'autre aux Sciences naturelles des qualités d'observateur tout à fait éminentes. Ils eurent des goûts semblables pour la retraite, la vie cachée, les mêmes préoccupations de faire le bien sous toutes ses formes. Les belles publications et les belles planches leur plaisaient également, avec quelques différences pourtant dans la manière de les exécuter. Les dessins qui ornent les Ouvrages de M. Tulasne ont plus d'effet pittoresque; quelques-uns représentent de véritables paysages cryptogamiques de l'aspect le plus curieux et le plus fantastique; ceux de M. Thuret sont, jusque dans les plus minutieux détails, d'une fidélité incomparable. C'est la reproduction adéquate des objets tels qu'ils se montrent sous le microscope. Le mode d'exposition adopté par les deux auteurs témoigne aussi d'une notable dissemblance. M. Tulasne met dans ses livres toutes les idées, tous les faits, tous les renseignements que ses études et ses lectures ont accumulés dans son esprit. Thuret est plus sobre; il s'applique à condenser sa pensée sous la forme la plus brève et la plus claire possible, élaguant avec soin tout détail qui n'est pas absolument indispensable. *Non multa, sed multum*, suivant une formule qu'il répétait volontiers. Enfin, pour achever la ressemblance, tous deux ont vécu leurs derniers jours dans le midi de la France, à Antibes et à Hyères, et leur mort a été un deuil pour les populations qui les entouraient. On sentait que ces morts étaient de ceux que l'on ne remplace pas aisément et qu'avec eux une force était sortie du monde. »

LISTE DES PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES DE MM. LOUIS-RENÉ ET CHARLES TULASNE.

N°s. Années

1. Observations sur le genre *Elaphomyces*, par L.-R. et Ch. Tulasne (*Ann. des Sc. nat.*, 2e sér., *Bot.*, t. XVI, p. 5-29, tab. 1-4) 1841

2. De la fructification des *Scleroderma*, comparée à celle des *Lycoperdon* et des *Bovista*, par L.-R. et Ch. Tulasne (*Ann. des Sc. nat.*, 2e sér., *Bot.*, t. XVII, p. 1-18, tab. 1 et 2) 1842

3. Revue de la Flore du Brésil méridional, par Auguste Saint-Hilaire et L.-R. Tulasne (*Ann. des Sc. nat.*, 2e sér., *Bot.*, t. XVII, p. 129-143, tab. 6 et 7) 1842

4. Sur les genres *Polysaccum* et *Geaster*, par L.-R. et Ch. Tulasne (*Ann. des Sc. nat.*, 2e sér., *Bot.*, t. XVIII, p. 129-141, tab. 5 et 6) 1842

5. Champignons hypogés de la famille des Lycoperdacées, observés dans les environs de Paris et les départements de la Vienne et d'Indre-et-Loire,

Nos. Années

par L.-R. et Ch. Tulasne (*Ann. des Sc. nat.*, 2e sér., *Bot.*, t. XIX, p. 372-381, tab. 17) 1843

6. Nova quædam proponit genera in Leguminosarum classe L.-R. Tulasne (*Ann. des Sc. nat.*, 2e sér., *Bot.*, t. XX, p. 136-144, tab. 2 à 4)........ 1843

7. Fungi nonnulli hypogæi novi vel minus cogniti; auct. L.-R. et Ch. Tulasne (*Giornale bot. ital.*, t. I, p. 55-63) 1844

8. Légumineuses arborescentes de l'Amérique du Sud, par L.-R. Tulasne (*Archives du Muséum,* t. IV, p. 65-196, avec 5 planches) 1844

9. Recherches sur le mode de fructification des Champignons de la tribu des Nidulariées, par L.-R. et Ch. Tulasne (*Ann. des Sc. nat.*, 3e sér., *Bot.*, t. I, p. 41-107, tab. 3-8).......... 1844

10. Note sur l'organisation et le mode de fructification des *Onygena,* par L.-R. et Ch. Tulasne (*Ann. des Sc. nat.*, 3e sér., *Bot.*, t. I, p. 367-372, tab. 17).......... 1845

11. De generibus *Choiromycete* et *Picoa* e Tuberacearum familia; auct. L.-R. et Ch. Tulasne (*Ann. des Sc. nat.*, 3e sér., *Bot.*, t. III, p. 348-353).... 1845

12. Description d'une espèce nouvelle du genre *Secotium,* appartenant à la Flore française, par L.-R. et Ch. Tulasne (*Ann. des Sc. nat.*, 3e sér., *Bot.*, t. IV, p. 169-177, tab. 9).......... 1845

13. Flore de la Colombie. Plantes nouvelles décrites par L.-R. Tulasne (*Ann. des Sc. nat.*, 3e sér., *Bot.*, t. VI, p. 360-373) 1846
   Suite 2e, *loc. cit.*, t. VII, p. 257-296.......... 1847
   Suite 3e, *loc. cit.*, t. VIII, p. 326-343 1847

14. Études d'Embryogénie des végétaux, par L.-R. Tulasne (*Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sciences*, t. XXIV, p. 1060).......... 1847

15. Mémoire sur les Ustilaginées comparées aux Urédinées, par L.-R. et Ch. Tulasne (*Ann. des Sc. nat.*, 3e sér., *Bot.*, t. VII, p. 12-127, tab. 2-7).. 1847

16. Sur la phosphorescence spontanée de l'*Agaricus olearius* DC., du *Rhizomorpha subterranea* Pers. et des feuilles du Chêne, par L.-R. Tulasne (*Ann. des Sc. nat.*, 3e série, *Bot.*, t. IX, p. 338-362, tab. 20).......... 1848

17. Podostemacearum Synopsis monographica; auct. L.-R. Tulasne (*Ann. des Sc. nat.*, 3e sér., *Bot.*, t. XI, p. 87-114).......... 1849

18. De Aubletianis generibus *Quiina* et *Paraqueiba;* auct. L.-R. Tulasne (*Ann. des Sc. nat.*, 3e sér., *Bot.*, t. XI, p. 152-173).......... 1849

19. Études d'Embryogénie végétale, par L.-R. Tulasne (*Ann. des Sc. nat.*, 3e sér., *Bot.*, t. XII, p. 21-137). 1849

20. Articles divers sur les Champignons dans l'*Exploration scientifique de l'Algérie* pendant les années 1840, 41 et 42. Botanique, Acotylédones. — Hymenogastereæ, p. 394-397; — Nidularieæ, p. 424-428; — Tubereæ, p. 429-433; — Clathreæ, p. 433-439, par L.-R. Tulasne 1849

21. Physiologie des Lichens, par L.-R. Tulasne (*Bulletin de la Société philomathique* pour l'année 1850, p. 26-27) ou Journal *l'Institut,* 18e année, p. 116) 1850

Nos.		Années
22.	Antidesmata et Stilaginellas novum plantarum genus recenset L.-R. Tulasne (*Ann. des Sc. nat.*, 3e série., *Bot.*, t. XV, p. 180-266)	1851
23.	Fungi hypogæi. Histoire et monographie des Champignons hypogés, par L.-R. et Ch. Tulasne. In-folio, de xv et 222 pages, avec 21 planches gravées, dont 9 coloriées. Paris, Klincksieck	1851
24.	Note sur l'appareil reproducteur dans les Lichens et les Champignons, par L.-R. Tulasne (*Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sciences*, t. XXXII, p. 427 et 470; *Ann. des Sc. nat.*, 3e sér., *Bot.*, t. XV, p. 370-380)	1851
25.	Note sur l'Ergot du Seigle, par L.-R. Tulasne (*Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sciences*, t. XXXIII, p. 645)	1851
26.	Mémoire pour servir à l'histoire organographique et physiologique des Lichens, par L.-R. Tulasne (*Ann. des Sc. nat.*, 3e sér., *Bot.*, t. XVII, p. 5-128 et 153-249, tab. 1-16)	1852
27.	Nouvelles recherches sur l'appareil reproducteur des Champignons, par L.-R. Tulasne (*Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sciences*, t. XXXV, p. 844-846)	1852
28.	Podostemacearum Monographia; auct. L.-R. Tulasne (*Archives du Muséum*, t. VI, p. 21-208, 13 planches)	1852
29.	Nouvelles recherches sur l'appareil reproducteur des Champignons, par L.-R. Tulasne (*Ann. des Sc. nat.*, 3e sér., *Bot.*, t. XIX, p. 129-182)	1853
30.	Observations sur l'organisation des Trémelles, par L.-R. Tulasne (*Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sciences*, t. XXXVI, p. 627)	1853
31.	Observations sur l'organisation des Trémellinées, par L.-R. Tulasne (*Ann. des Sc. nat.*, 3e sér., *Bot.*, t. XIX, p. 193-231, tab. 10-13)	1853
32.	De organis apud Discomycetes propagini inservientibus, scripsit L.-R. Tulasne (*Botanische Zeitung*, t. XI, p. 49-56)	1853
33.	Quasdam de *Erysiphis* animadversiones profert L.-R. Tulasne (*Botanische Zeitung*, t. XI, p. 257-267)	1853
34.	Note sur la germination des spores des Urédinées, par L.-R. Tulasne (*Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sciences*, t. XXXVI, p. 1093)	1853
35.	Mémoire sur l'Ergot des Glumacées, par L.-R. Tulasne (*Ann. des Sc. nat.*, 3e sér., *Bot.*, t. XX, p. 5-56, tab. 1-4)	1853
36.	Note sur le Champignon qui cause la maladie de la vigne, par L.-R. Tulasne (*Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sciences*, t. XXXVII, p. 605-609)	1853
37.	Sur le dimorphisme des Urédinées, par L.-R. Tulasne (*Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sciences*, t. XXXVIII, p. 761)	1854
38.	Second Mémoire sur les Urédinées et les Ustilaginées, par L.-R. Tulasne (*Ann. des Sc. nat.*, 4e sér., *Bot.*, t. II, p. 76-196, tab. 7-12)	1854
39.	Note sur les Champignons entophytes, tels que celui de la pomme de terre, par L.-R. Tulasne (*Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sciences*, t. XXXVIII, p. 1101)	1854

Nos. Années

40. Diagnoses nonnullas e Monimiacearum recensione tentata excerptas præmittit L.-R. Tulasne (*Ann. des Sc. nat.*, 4e sér., *Bot.*, t. III, p. 28-46). 1855

41. Note sur l'appareil reproducteur de quelques Mucédinées fongicoles, par L.-R. Tulasne (*Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sciences*, t. XLI, p. 615-618).. 1855

42. Nouvelles études d'Embryogénie végétale, par L.-R. Tulasne (*Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sciences*, t. XLI, p. 790-794)....... 1855

43. Nouvelles études d'Embryogénie végétale, par L.-R. Tulasne (*Ann. des Sc. nat.*, 4e sér., *Bot.*, t. IV, p. 64-122, tab. 7-18)..................... 1855

44. Monographia Monimiacearum primum tentata, scripsit L.-R. Tulasne (*Archives du Muséum*, t. VIII, p. 273-436, avec 10 planches)......... 1855

45. Note sur l'appareil reproducteur multiple des Hypoxylées ou Pyrénomycètes (Fries), par L.-R. Tulasne (*Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sciences*, t. XLII, p. 701).. 1856
(*Ann. des Sc. nat.*, 4e sér., *Bot.*, t. V, p. 107-118).................. 1856

46. Floræ madagascariensis fragmenta. Fragm. primum; auct. L.-R. Tulasne (*Ann. des Sc. nat.*, 4e sér., *Bot.*, t. VI, p. 75-138)................. 1856

47. Nouvelles observations sur les *Erysiphe*, par L.-R. Tulasne (*Ann. des Sc. nat.*, 4e sér., *Bot.*, t. VI, p. 299-324)............................. 1856

48. Note sur les *Isaria* et *Sphæria* entomogènes, par L.-R. Tulasne (*Ann. des Sc. nat.*, 4e sér., *Bot.*, t. VIII, p. 35-43)........................... 1857

49. Floræ madagascariensis fragmenta. Fragm. alterum; auct. L.-R. Tulasne (*Ann. des Sc. nat.*, 4e sér., *Bot.*, t. VIII, p. 136-163)................ 1857

50. Gnetaceæ Americæ australis, auct. L.-R. Tulasne (*Ann. des Sc. nat.*, 4e sér., *Bot.*, t. X, p. 110-126.)..................................... 1858

51. De quelques Sphéries fongicoles, à propos d'un Mémoire de M. A. de Bary sur les *Nyctalis*, par L.-R. et Ch. Tulasne (*Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sciences*, t. L, p. 16-19; *Ann. des Sc. nat.*, 4e sér., *Bot.*, t. XIII, p. 5-19).. 1860

52. Selecta Fungorum Carpologia, junctis studiis ediderunt L.-R. et Ch. Tulasne, 3 vol. in-folio. Vol. I : Erysiphei, XXVIII et 242 pp., 5 tab.; II : Xylariei, Valsei, Sphæriei, XIX et 319 pp., 34 tab.; III : Nectriei, Phacidici, Pezizei, XVI et 221 pp., 22 tab. Paris, Impr. imp.............. 1861-1865

53. Note sur le *Ptychogaster albus* Corda, par L.-R. Tulasne (*Ann. des Sc. nat.*, 5e sér., *Bot.*, t. IV, p. 290-296)................................ 1865

54. Super Friesiano *Taphrinarum* genere et *Acalyptospora* Mazieriana, scripsit L.-R. Tulasne (*Ann. des Sc. nat.*, 5e sér., *Bot.*, t. V, p. 122-136.)...... 1866

55. Note sur les phénomènes de copulation que présentent quelques Champignons, par L.-R. et Ch. Tulasne (*Ann. des Sc. nat.*, 5e sér., *Bot.*, t. VI, p. 211-220, tab. 11).. 1866

56. Floræ madagascariensis fragmenta. Fragmentum tertium; auct. L.-R. Tulasne (*Ann. des Sc. nat.*, 5e sér., *Bot.*, t. IX, p. 298-344)........... 1868

57. New Notes upon the *Tremellineous Fungi* and their analogues, by L.-R. and Ch. Tulasne (*Journal of the Linnean Soc.*; *Bot.*, t. XIII, p. 31-42). 1871

Années

Publié de nouveau en français sous le titre de : Nouvelles Notes sur les *Fungi Tremellini* et leurs alliés, par L.-R. et Ch. Tulasne (*Ann. des Sc. nat.*, 5ᵉ sér., *Bot.*, t. XV, p. 214-235, pl. 9-12)........................ 1872

THERMOCHIMIE. — *Sur le phosphate ammoniaco-magnésien.* Note de M. **Berthelot.**

« J'ai défini dans mes précédentes Communications l'action de l'ammoniaque sur les sels magnésiens, avec formation d'une base complexe, comparable aux alcalis les plus puissants, et j'ai établi par des mesures thermiques l'existence de deux états successifs, colloïdal et cristallisé, pour les phosphates terreux, spécialement pour le phosphate de magnésie; je vais poursuivre cette étude sur le phosphate double ammoniaco-magnésien et préciser les conditions de la formation de ce composé dans l'analyse chimique.

» Cherchons-en d'abord la chaleur de formation, en faisant agir l'ammoniaque sur le phosphate bimagnésien, ou plus exactement sur un mélange de phosphate bisodique et d'un sel magnésien. Nous pouvons opérer sur le précipité colloïdal, ou sur le précipité devenu cristallisé :

		Cal
(1)	On verse $2SO^4Mg$ ($1^{éq} = 2^{lit}$), à 10°, dans PO^8Na^2H ($1^{mol} = 8^{lit}$).....	— 0,68
	On ajoute aussitôt AzH^3 ($1^{éq} = 2^{lit}$), 1ᵉʳ précipité colloïdal, qui se transforme immédiatement en cristaux après quelques minutes ...	+15,35
(2)	On verse $2MgCl$ ($1^{éq} = 2^{lit}$), à 10°, dans PO^8Na^2H ($1^{mol} = 8^{lit}$)......	— 0,95
	On ajoute aussitôt AzH^3 ($1^{éq} = 2^{lit}$), 1ᵉʳ précipité colloïdal, qui se transforme rapidement en cristaux après 5 minutes	+15,42

» Le changement avec le chlorure a été un peu plus lent qu'avec le sulfate. Au bout d'une demi-minute, temps suffisant pour que le thermomètre ait atteint un terme très approché de l'équilibre, la chaleur dégagée était seulement de $+ 3^{Cal},00$: c'est le terme le plus voisin de l'état colloïdal initial qui ait pu être mesuré. Sans en fournir une évaluation précise, on voit cependant que cet état existe avec le phosphate ammoniaco-magnésien, aussi bien qu'avec les phosphates de magnésie, de baryte, de strontiane et de chaux; il se produit à partir du phosphate bimagnésien colloïdal; enfin l'intervalle thermique qui le sépare de l'état cristallisé surpasse $+ 12^{Cal},4$, c'est-à-dire qu'il est du même ordre de grandeur qu'avec le phosphate trimagnésien ($+ 13^{Cal},0$).

(3)	En versant le phosphate bisodique dans le sulfate de magnésie	$-0{,}93^{\mathrm{Cal}}$ (colloïdal);
	puis l'ammoniaque, les changements ont été trop prompts pour permettre de mesurer autre chose que l'état final.	$+15{,}44$

» Soit maintenant l'expérience faite avec le phosphate bimagnésien cristallisé :

(4)	Dans $2\,MgCl\,(1^{\acute{e}q}=2^{lit})$, on verse $PO^8Na^2H\,(1^{mol}=8^{lit})$, à 10°; il se produit un refroidissement....................................	$-1{,}0^{\mathrm{Cal}}$
	suivi, en 10 minutes, d'un échauffement.........................	$+1{,}69$
	On ajoute alors $AzH^3\,(1^{\acute{e}q}=2^{lit})$, ce qui dégage à l'instant.........	$+14{,}70$

» Ainsi le phosphate ammoniaco-magnésien, formé avec le phosphate bimagnésien cristallisé, est, lui aussi, cristallisé tout d'abord.

» Les expériences précédentes permettent d'évaluer la chaleur de formation de ce phosphate depuis l'acide et la base, en admettant que les transformations aient été terminées dans la durée de l'expérience calorimétrique. On trouve ainsi, tous calculs faits, pour

PO^8H^3 étendu $+\,2(MgO, HO) + AzH^3$ étendue, vers 10° :

D'après (1)...	$+40{,}7^{\mathrm{Cal}}$	d'après (3)...	$+40{,}6^{\mathrm{Cal}}$
» (2)...	$+41{,}0$	» (4)...	$+41{,}9$

La dernière valeur peut être regardée comme la meilleure, le précipité étant parvenu complètement à son état final, parce qu'il n'a pas traversé l'état colloïdal.

» J'ai fait une autre série d'expériences analogues, en précipitant d'un seul coup le phosphate double, sans passer par le phosphate bimagnésique :

	$PO^8Na^2H\,(1^{mol}=8^{lit}) + AzH^3\,(1^{\acute{e}q}=2^{lit})$, à 10°..................	$+0{,}86^{\mathrm{Cal}}$
(5)	On verse aussitôt ce mélange dans $2\,SO^4Mg\,(1^{\acute{e}q}=2^{lit})$, précipité colloïdal, puis cristallisé..	$+14{,}49$
(6)	Versé dans $2\,MgCl\,(1^{\acute{e}q}=2^{lit})$, précipité colloïdal, en une demi-minute.	$+2{,}00$
	puis cristallisé..	$+14{,}35$
(7)	Le sulfate versé dans le phosphate a donné........................	$+15{,}00$

» On tire d'abord de ces données que l'écart entre l'état colloïdal et l'état cristallisé surpasse $+12^{\mathrm{Cal}},4$, nombre conforme à celui donné plus haut.

» On en déduit encore, pour la chaleur de formation du sel amorphe,

$+29^{Cal},3$, et pour le sel cristallisé

(5)... $+41^{Cal},5$ (6)... $+41^{Cal},7$ (7)... $+41^{Cal},95$

» La chaleur de formation du phosphate ammoniaco-magnésien cristallisé, complètement formé, peut donc être regardée comme égale à $+41^{Cal},9$, et celle du phosphate colloïdal comme approchant de $+29^{Cal},3$.

» Ces chiffres sont fort voisins des valeurs obtenues pour le phosphate trimagnésien, soit $+28^{Cal},9$ colloïdal; $+41^{Cal},5$ cristallisé. Le phosphate bimagnésien donnant de $+25^{Cal},2$ (colloïdal) à $+27^{Cal},1$ (cristallisé), on voit d'abord que l'union du 3ᵉ équivalent de magnésie dans l'état amorphe dégage $+3^{Cal},7$, valeur beaucoup plus faible que pour les deux premiers ($+12,6\times 2$) : précisément, comme il arrive pour la soude à l'état dissous. Ceci explique pourquoi, d'après mes anciennes expériences, le phosphate barytique précipité, au moyen de l'acide phosphorique étendu et d'une solution de baryte employée en excès (*Annales de Chimie*, 5ᵉ série, t. IX, p. 34), cède dans le premier moment à l'eau qui le décompose une certaine portion de base, qui en abaisse la composition au-dessous de 3 équivalents; sauf à en reprendre bientôt une dose supérieure à ce chiffre. La chaux se comporte d'une manière analogue avec l'acide phosphorique. Dans l'état cristallisé, le 3ᵉ équivalent de magnésie dégage, au contraire, $+14^{Cal},4$, chiffre sensiblement égal à la chaleur dégagée par les deux premiers, soit $+13,6\times 2$, dans leur union avec l'acide phosphorique.

» De même, l'ammoniaque, en s'unissant au phosphate bimagnésien colloïdal, dégagerait d'abord, à la limite $+4^{Cal},1$; tandis que, en s'unissant au même phosphate cristallisé, elle dégage $+14^{Cal},6$, chiffre supérieur à la chaleur dégagée par la moyenne des équivalents de magnésie ($+13,6\times 2$) et égal à la chaleur dégagée par le 1ᵉʳ équivalent de potasse ou de soude, combiné avec l'acide phosphorique libre.

» On voit par là que l'ammoniaque, en agissant sur le phosphate trimagnésien, doit produire des effets thermiques très faibles et précisément de l'ordre de ceux qu'elle produit en agissant sur les sels magnésiens solubles. On voit en même temps que l'ammoniaque unie à la magnésie constitue vis-à-vis de l'acide phosphorique, comme vis-à-vis des acides sulfurique et chlorhydrique, une base complexe comparable par son énergie à la potasse et à la soude elles-mêmes.

» Le phosphate trimagnésien à l'état colloïdal peut être changé rapidement en phosphate ammoniaco-magnésien par l'action de l'ammoniaque; non pas tant parce que ce dernier phosphate à l'état colloïdal surpasse un

peu le premier au point de vue de la chaleur dégagée, mais surtout parce que le phosphate double passe plus vite que le phosphate simple à l'état cristallisé, non sans un nouveau dégagement de chaleur.

» On voit par là l'importance de l'ordre relatif dans le mélange des divers corps, car la formation plus ou moins rapide des sels dans l'état colloïdal ou dans l'état cristallisé en dépend.

» Même à l'état cristallisé, le phosphate trimagnésien est attaqué par l'ammoniaque avec dégagement de chaleur. En effet, ce phosphate étant préparé dans le calorimètre même, par l'action équivalente du chlorure de magnésium sur le phosphate trisodique, si l'on ajoute AzH^3 ($1^{éq} = 2^{lit}$) à 10°, il se dégage $+ 0,42$; chiffre qui n'est guère différent de la valeur calculée : $+ 41,9 - 41,5 = + 0,4$. Toutefois il est difficile de compléter ainsi l'action, à moins de faire intervenir le chlorhydrate d'ammoniaque, lequel donne lieu à un nouveau dégagement de chaleur égal à $+ 0,61$; ce qui fait en tout $+ 1^{Cal},0$ depuis le sel trimagnésien. Ce dégagement de chaleur complémentaire résulte de la transformation du chlorhydrate d'ammoniaque en chlorure de magnésium, par la magnésie précédemment combinée dans le phosphate trimagnésien : le calcul et l'expérience concourent à le prouver. De là une énergie auxiliaire, qui active et complète la transformation. On comprend par là le rôle du chlorhydrate d'ammoniaque dans la précipitation des sels magnésiens par le phosphate de soude. Mais ce rôle ne s'exerce que s'il y a 3 équivalents de base en présence de l'acide phosphorique, l'acide complémentaire, chlorhydrique ou sulfurique, étant également neutralisé. En effet, j'ai vérifié que le phosphate bisodique précipité par le sulfate de magnésie, puis additionné de chlorhydrate d'ammoniaque, ne donne naissance en dernier lieu qu'à un effet thermique très faible. C'est seulement par une addition ultérieure d'ammoniaque, ou de soude libre, que se produit le grand dégagement de chaleur qui répond au phosphate ammoniaco-magnésien.

» On peut également expliquer la difficulté que l'on éprouve à déplacer l'ammoniaque dans le phosphate ammoniaco-magnésien par la chaux ou par la magnésie, à froid et même à 100°. La chaux, par exemple, tend à former d'abord du phosphate colloïdal tribasique, dont la chaleur de formation est bien moindre que celle du phosphate double. La magnésie également est surpassée par l'ammoniaque, même dans les sels cristallisés dont il s'agit. Il n'y a pas lieu, dès lors, à un déplacement direct et immédiat. Si celui-ci est possible à la rigueur et à la longue, c'est à la condition de faire intervenir l'état de dissociation, sensible surtout à chaud, mais très

faible alors même, de tous les sels ammoniacaux et d'éliminer à mesure l'ammoniaque par volatilité, afin de permettre à l'état de dissociation de se reproduire. Cet état séparant quelque dose d'ammoniaque et de phosphate bibasique, la magnésie libre, en excès, reconstitue le phosphate bibasique, et les mêmes phénomènes, graduellement renouvelés, finissent par amener un déplacement total; surtout si l'on part du phosphate colloïdal au moment où il est reprécipité de la solution acide. Le mécanisme de ces effets est le même que j'ai développé, en parlant de l'action du chlorhydrate d'ammoniaque sur le phosphate de soude.

» L'ensemble de ces observations thermochimiques jette un jour nouveau sur les conditions qu'il convient d'observer dans les dosages des phosphates, des sels magnésiens et de l'ammoniaque par analyse chimique, et il rattache ces conditions, jusqu'ici purement empiriques, à des notions générales de la Mécanique moléculaire. »

PALÉONTOLOGIE. — *La grotte de Montgaudier.* Note de M. **Albert Gaudry.**

« Il y a quelques semaines, j'ai présenté à l'Académie un bâton de commandement, orné de remarquables gravures, qui avait été trouvé par M. Eugène Paignon dans la grotte de Montgaudier (Charente) et avait été donné par lui au Muséum avec beaucoup d'autres objets recueillis en même temps. J'ai l'honneur de rendre compte à l'Académie de la visite que je viens de faire à Montgaudier.

» Jusqu'à présent, il a semblé que les gravures d'un caractère artistique avaient été exécutées surtout à la fin des temps quaternaires, alors que les animaux de races ou d'espèces éteintes avaient en grande partie disparu. En 1865, l'abbé Bourgeois avait signalé dans la grotte de la Chaise, située à 2^{km} de celle de Montgaudier, deux os avec des gravures qui représentaient des animaux. Ces pièces étonnèrent les personnes qui se livrent aux études préhistoriques, parce que l'abbé Bourgeois avait annoncé qu'elles avaient été recueillies dans une couche où se trouvent le *Rhinoceros tichorhinus* et l'*Ursus spelæus*. On a élevé des doutes sur la question de savoir si les objets gravés de la Chaise avaient été rencontrés dans l'assise qui renferme le Rhinocéros ou dans celles qui la recouvrent. Ces doutes ne sont pas encore dissipés.

» J'ai pensé qu'il serait utile de connaître la position où a été trouvé le

bâton de commandement de Montgaudier, dont les gravures surpassent beaucoup en finesse celles de la Chaise. Provient-il des limons inférieurs dans lesquels dominent les restes des grands Quadrupèdes d'espèces et de races éteintes? En d'autres termes, nos pères se sont-ils montrés artistes dès l'époque où le *Rhinoceros tichorhinus* et plusieurs autres espèces ou races des temps géologiques vivaient encore?

» Ainsi que le savent les personnes qui ont exploré les grottes riches en ossements quaternaires, ces grottes sont de deux sortes différentes : les unes ont été surtout des repaires d'animaux féroces, les autres ont été des habitations humaines. En général, les premières sont d'un accès difficile; leur exploitation se fait dans des galeries obscures, parfois basses et étroites. Il en est tout autrement des grottes qui ont été la demeure permanente de l'homme; le plus souvent, elles sont larges, peu profondes, bien éclairées, situées près des rivières et dans des positions faites pour charmer les artistes. La grotte qu'explore M. Eugène Paignon, dans son domaine de Montgaudier, réalise complètement ces conditions. Des rochers hauts de 32^m bordent la jolie rivière qu'on appelle la Tardoire; près de leur base, ces rochers ont une ouverture en forme d'arcade qui a près de 14^m de largeur sur $5^m,50$ de hauteur : c'est l'entrée de la grande grotte de Montgaudier; la lumière y pénètre non seulement par cette ouverture, mais par une série d'arcades qui s'étagent les unes au-dessus des autres d'une manière grandiose et pittoresque. Comme me l'a fait remarquer M. Paignon, l'artiste qui a orné de gravures le bâton de commandement a pu exécuter son travail dans la place même où on a trouvé ce curieux objet, car il y a là assez de jour. Le peu de développement des stalactites indique tout de suite que l'intérieur n'était pas humide. Au-dessus de l'entrée, se trouve une plate-forme surmontée d'un rocher d'où l'on contemple la vallée et où nos pères pouvaient se prémunir contre les attaques. Les animaux n'ont guère séjourné dans cette grotte magnifique; l'homme en a fait sa demeure; il a dû y rester longtemps, à en juger par les douze mètres de limons qui se sont accumulés et où l'on découvre des instruments humains depuis la base jusqu'au sommet. Les limons sont descendus peu à peu et ont pénétré dans la grotte, pendant qu'elle était habitée par l'homme; ils ont fini par la combler en partie. On peut suivre la continuité du dépôt dans toute sa hauteur, compter les bandes de limons qui se sont superposées et les foyers qui se distinguent par leur couleur noire, leurs cendres, leurs charbons et l'état concassé des os des animaux mangés par nos pères.

» La partie supérieure des couches de Montgaudier a été fouillée, il y a une quinzaine d'année, par l'abbé Bourgeois, M. l'abbé Delaunay et M. de Bodard de Ferrière; ils y ont recueilli des aiguilles et beaucoup d'autres objets travaillés en os et en silex qui caractérisent l'âge magdalénien, avec des débris d'Hyène, de grand Bovidé, de Cheval et surtout de Renne. M. de Maret a fait aussi quelques recherches.

» A l'époque où ces premières explorations ont eu lieu, la partie inférieure de la grotte avait encore été à peine fouillée. Lorsque, en 1877, j'allai à Montgaudier, M. Paignon me montra des débris d'*Ursus spelæus* et d'un autre Ours qui se rapproche de l'Ours actuel; ils provenaient d'un ancien repaire d'animaux féroces, qui est distinct de la grande grotte habitée par l'homme, bien qu'il en soit seulement à quelques mètres de distance.

» M. Paignon a entrepris, dans un but agricole, de faire exploiter le limon qui remplit la grande grotte. Il a attaqué les couches inférieures. C'est là qu'en décembre 1885 il a rencontré le bâton de commandement orné de gravures que j'ai présenté à l'Académie. Il l'a recueilli à $0^{m},70$ seulement au-dessus du niveau le plus bas de la grotte, telle qu'elle était lorsque je vins en septembre dernier à Montgaudier. M. Paignon a extrait en même temps des os diversement travaillés, des coquilles marines et fluviatiles, beaucoup de silex, notamment trois lames finement retouchées sur les deux côtés, comme celles qui sont caractéristiques de Solutré, et d'innombrables débris d'animaux.

» Lors de mon arrivée à Montgaudier, je priai M. Paignon de faire creuser par ses ouvriers dans la prolongation de la couche où il avait trouvé son bâton de commandement. On découvrit alors devant M. Paignon et moi : deux morceaux d'ivoire avec des gravures, une côte d'Aurochs également travaillée, de nombreux éclats de silex dont plusieurs ont été retouchés, des restes de *Felis spelæus*, d'*Hyæna spelæa*, d'*Ursus spelæus* (grande et petite race), d'un autre Ours moins trapu et plus voisin de l'Ours actuel, de Loup, de *Bison priscus*, de Renne, de *Cervus canadensis*, de Sanglier, de Cheval et de *Rhinoceros tichorhinus*. Bien que j'aie manié chez M. Paignon plusieurs milliers de fragments osseux, je n'ai pas reconnu un seul os de Mammouth, sauf des morceaux d'ivoire travaillés. Mais M. de Bodard de Ferrière m'a montré deux molaires d'un petit Mammouth qu'il a trouvées à peu de distance de Montgaudier, dans la grotte de la Chaise, à un niveau qui paraît le même; elles étaient associées avec les débris de l'*Ursus spelæus*, de l'*Hyæna spelæa*, du *Felis spelæus*, du *Rhinoceros tichorhinus* et d'un énorme *Cervus canadensis*;

d'ailleurs M. Massénat a recueilli de semblables molaires d'*Elephas primigenius* jusque dans les couches de Laugerie, qui appartiennent au magdalénien.

» Ainsi, le bâton de commandement découvert par M. Paignon remonte au temps où régnaient encore les animaux caractéristiques de l'époque quaternaire. La Paléontologie offre à nos esprits un noble spectacle, quand elle nous montre nos aïeux petits comme nous le sommes, chétifs, mal armés, devenant vainqueurs des grands Lions des cavernes, des grands Ours, des grandes Hyènes, des grands Aurochs, des Mammouths, des *Rhinoceros tichorhinus*. Il est curieux d'apprendre qu'en ces temps de lutte pour la vie il y avait déjà des artistes.

» Après avoir creusé au niveau qui nous semblait le même que celui où M. Paignon a découvert le bâton de commandement, on a fouillé à $1^m,10$ plus bas; à ce niveau, nous avons vu des foyers avec des cendres, des charbons, des silex taillés, des poinçons en os; nous avons recueilli, nous-même, un harpon barbelé comme ceux de la Madeleine, quelques morceaux de *Cervus elaphus*, de *Felis spelæus*, d'*Ursus spelæus*, d'*Hyæna spelæa* et une grande coquille marine qui, suivant M. Fischer, est le *Pecten maximus*. Ce sont là des raretés comparativement aux débris d'os concassés de *Bison priscus*, de Renne et de Cheval. Par leur multitude, ces débris donnent aux foyers inférieurs une telle ressemblance avec les foyers de la fin des âges du Renne que, si on ne les voyait très nettement en place au-dessous des limons où abondent les os des grandes races éteintes, on risquerait de les croire plus récents. Cela provient sans doute de ce qu'à l'époque où il y avait, dans notre pays, des Éléphants, des Rhinocéros, des *Ursus spelæus*, des Hyènes, des Lions, nos pères ne se nourrissaient guère de leur chair et apportaient surtout à leurs foyers du Renne, du Cerf, du Bison et du Cheval. Encore aujourd'hui, dans les pays où il y a des Éléphants, des Rhinocéros, des Lions et des Hyènes, il est vraisemblable que les résidus des repas des hommes contiennent moins souvent des débris de ces animaux que des débris de Ruminants et de Solipèdes.

» Je demande à l'Académie la permission de terminer cette Note en remerciant M. Eugène Paignon des nouveaux objets intéressants qu'il vient de donner au Muséum, et aussi de la cordiale hospitalité que les hommes de science reçoivent dans sa villa de Montgaudier. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *La glycose, le glycogène, la glycogénie, en rapport avec la production de la chaleur et du travail mécanique dans l'économie animale. — Première étude : Calorification dans les organes en repos;* par M. A. Chauveau. (En collaboration avec M. Kaufmann.)

« Il y a trente ans, je prenais part au mouvement de recherches provoquées par la belle découverte de Claude Bernard sur la glycogénie hépatique. A cette époque, je communiquais à l'Académie les premiers travaux tendant à établir le rôle important que jouent, dans la production de la chaleur, la destruction incessante du sucre contenu dans le sang et son renouvellement non moins incessant. Depuis lors, j'ai continué à m'occuper des rapports qui peuvent exister entre la fonction glycogénique d'une part, la production de la chaleur et le travail musculaire d'autre part. Dans les trois dernières années qui viennent de s'écouler, j'ai institué, avec le concours de M. Kaufmann, mon assistant au laboratoire de Physiologie de l'École vétérinaire de Lyon, plusieurs séries d'expériences sur cet important sujet. Aujourd'hui, je crois être en mesure de formuler avec toute la certitude désirable les conclusions qui affirment le rôle prépondérant rempli par la glycose du sang dans les combustions organiques, source de la chaleur animale et du travail musculaire. Je vais exposer méthodiquement les faits principaux sur lesquels s'appuient ces conclusions.

» A. *Destruction incessante de la glycose du sang dans les capillaires de la circulation générale, en coïncidence avec les phénomènes de combustion organique et la production de chaleur qui en est la conséquence.* — On connaît l'idée première de Claude Bernard à propos de la fonction glycogénique. Chez les animaux nourris avec des aliments qui ne contiennent ni sucre, ni matière capable de se transformer en sucre dans le tube digestif, du sucre sort incessamment du foie, surtout pendant le temps de la digestion. Ce sucre, versé dans le cœur droit par les vaisseaux sus-hépatiques et la veine cave inférieure, est détruit dans le poumon, en partie ou en totalité, suivant la richesse du sang, c'est-à-dire l'éloignement plus ou moins grand de la période de suractivité glycogénique coïncidant avec la digestion, en sorte que, chez les animaux à jeun, Claude Bernard ne trouvait point de glycose dans les vaisseaux de la circulation générale. Voilà la première forme de la théorie glycogénique.

» Mais, sur le dernier point, Cl. Bernard était dans l'erreur. Les faits qui

le prouvent surgirent de tous côtés et s'accumulèrent bientôt en telle quantité que la démonstration de la localisation de la glycogénie dans le foie en fut ébranlée. C'est alors que je publiai mes travaux démontrant que le foie est bien réellement, comme l'affirme Cl. Bernard, un foyer de production incessante de sucre et qu'à côté de ce foyer de production il existe un foyer de destruction tout aussi actif. Seulement, ce dernier n'est pas localisé dans le poumon. Il est répandu partout, car il a son siège dans les capillaires de la circulation générale. Tout ceci est établi sur les faits qui résultent de mes expériences. Il est nécessaire de rappeler ces faits :

» 1° Chez les animaux à jeun, il existe effectivement du sucre dans le sang des artères et des veines de la circulation générale; mais, dans les veines sus-hépatiques, ce fluide est plus riche en sucre que partout ailleurs, même quand il a été recueilli sans arrêt de la circulation, en évitant ainsi les causes d'erreur provenant de la stagnation du sang dans le foie; donc le foie est bien pour le sang une source de sucre.

» 2° Cette richesse relative en glycose s'observe dans le sang des veines sus-hépatiques, non seulement chez les sujets à jeun, mais encore chez les animaux soumis à un jeûne prolongé, poussé jusqu'aux environs de l'inanition, alors que les matières sucrées provenant de l'alimentation antérieure et emmagasinées provisoirement dans le foie, sous forme de glycogène, sont épuisées depuis longtemps; d'où cette conséquence que le foie sait faire du sucre de toutes pièces, et est ainsi, pour cette substance, un foyer actif de production.

» 3° Le sang du cœur gauche est aussi sucré que celui du cœur droit; démonstration évidente de la non-destruction du sucre pendant le passage du sang à travers le poumon dans les vaisseaux de la petite circulation.

» 4° Dans les vaisseaux de la grande circulation, le sang veineux contient moins de sucre que le sang artériel; ce qui établit que les capillaires de la circulation générale sont bien réellement un foyer de destruction du sucre (voir *Comptes rendus*, t. XLII, p. 1008, 1856, et *Moniteur des hôpitaux*, p. 946, 1856).

» L'importance de ces dernières démonstrations n'échappa pas à Claude Bernard. Après les avoir contrôlées, il les accepta et les vulgarisa si bien qu'on commet fréquemment l'erreur de lui en attribuer l'initiative.

» Avant la fin de 1856, j'avais déjà fait près de cent analyses dans le but de chercher s'il existe réellement moins de glycose dans le sang qui sort des organes que dans celui qui y arrive. Depuis, le nombre de ces analyses

a presque doublé. Elles représentent donc une masse énorme de documents : tous témoignent dans le même sens.

» Si j'ai consacré tant de labeur à cette recherche, c'est que, au point de vue de la calorification, la perte de glycose subie par le sang en passant des artères dans les veines constitue un fait primordial d'une haute importance. En effet, c'est dans le lieu même où cette perte s'effectue, c'est-à-dire dans les capillaires de la circulation générale, que se passent les phénomènes de combustion, source de la chaleur animale. Ce rapprochement autorise nécessairement l'idée de faire jouer un rôle considérable dans la production de ces phénomènes à l'oxydation, soit directe, soit indirecte de la glycose qui disparaît au moment où ils se produisent.

» B. *En comparant le sang de deux organes dont l'activité thermogène, à l'état physiologique, est très inégale, on constate toujours que la destruction incessante de la glycose est beaucoup plus active dans celui de ces organes où les combustions organiques le sont elles-mêmes davantage; en d'autres termes, la quantité de chaleur produite au sein des tissus animaux, toujours proportionnelle à l'intensité des combustions, se montre également en rapport avec l'absorption de la glycose du sang dans le système capillaire.* — C'est là encore un des faits fondamentaux de notre étude; il est entièrement nouveau et inédit. La constatation de ce fait était inévitable, si vraiment la disparition partielle de la glycose du sang dans les capillaires est liée directement ou indirectement aux phénomènes de combustion, source de la chaleur animale. Les deux faits doivent marcher parallèlement : là où les combustions sont peu actives, il n'y aura qu'une faible absorption de glycose dans les vaisseaux capillaires, et inversement. La vérification pouvait en être faite dans diverses conditions. Voici celles que nous avons choisies en premier lieu.

» On sait que, au point de vue de la faculté thermogène, il existe une très grande différence entre les muscles et les glandes, même à l'état de repos apparent. Ces deux sortes d'organes sont donc très favorables à l'étude comparative que nous avions à faire. En déterminant, par l'analyse comparative du sang artériel et du sang veineux, d'une part, les quantités d'oxygène absorbé et d'acide carbonique produit dans les capillaires, pour avoir ainsi la notion exacte de l'activité des combustions, d'autre part, la quantité de glycose qui disparaît en même temps du sang dans ces mêmes capillaires, on a tous les éléments nécessaires à la solution du problème.

» Nous avons choisi deux organes appartenant au même groupe fonc-

tionnel, le muscle masséter et la glande parotide, où, chose importante, l'activité circulatoire peut être considérée comme équivalente. Le sang qui arrive à ces organes a été pris dans le tronc commun de leurs vaisseaux artériels, la carotide. Quant au sang qui en sort, il a été puisé dans une des veines spéciales émergeant de l'organe : la veine maxillo-musculaire pour le masséter et, pour la glande parotide, une veine auriculo-parotidienne, dans laquelle une ligature s'opposait à l'afflux du sang auriculaire. Je n'entre pas dans le détail du manuel opératoire qui, étant délicat, exige des mains exercées et ne peut être appliqué que sur les grands mammifères domestiques, comme le cheval.

» Il est bon d'ajouter que le sang a toujours été puisé simultanément ou presque simultanément au sein des vaisseaux afférents et efférents. C'est, en effet, le seul moyen d'obtenir de bonnes analyses comparatives, en raison de la rapidité des modifications que les moindres changements de l'état physiologique général introduisent dans la composition du sang, en faisant varier la quantité des matériaux qui concourent à la production de la chaleur ou qui en résultent.

» Commençons par montrer l'activité respective des combustions organiques dans le muscle masséter et la glande parotide.

» Voici deux expériences dans lesquelles le sang a été pris simultanément dans l'artère carotide et la veine maxillo-musculaire, pour extraire les gaz et y doser les quantités d'oxygène et d'acide carbonique. Les deux prises ont été faites simultanément, par deux opérateurs différents, qui y ont consacré exactement le même temps; l'extraction des gaz a eu lieu dans deux appareils à peu près identiques, l'un et l'autre capables d'enlever intégralement au sang les gaz qu'il contient :

	Première expérience.		Seconde expérience.	
	Sang artériel.	Sang veineux.	Sang artériel.	Sang veineux.
Volume total du gaz contenu dans 100^{vol} de sang musculaire	$63^{vol},9$	$70^{vol},5$	$66^{vol},9$	$63^{vol},9$
Acide carbonique	45,3	58,5	49,5	58,2
Oxygène	16,5	8,7	15,0	3,6
Azote	2,1	3,3	2,4	2,1

Différences indiquant l'activité des combustions dans le muscle		Première expérience.	Seconde expérience.
	Oxygène absorbé.	$7^{vol},8$	$11^{vol},4$
	Acide carbonique produit	$13^{vol},2$	$8^{vol},7$

» Voici maintenant l'analyse, faite exactement dans les mêmes conditions, du sang qui entre dans la glande parotide et de celui qui en sort. Deux expériences y ont été également consacrées :

	Première expérience.		Seconde expérience.	
	Sang artériel.	Sang veineux.	Sang artériel.	Sang veineux.
Volume total des gaz contenus dans 100^{vol} de sang glandulaire	$74^{vol},50$	$74^{vol},00$	$70^{vol},5$	$69^{vol},0$
Acide carbonique	57,38	58,00	53,1	55,2
Oxygène	14,62	12,25	15,3	11,4
Azote	2,50	3,75	2,1	2,4
Différences indiquant l'activité des combustions dans la glande — Oxygène absorbé.	0,62		3,9	
Différences indiquant l'activité des combustions dans la glande — Acide carbonique produit	2,37		2,1	

» La comparaison de ces derniers chiffres avec ceux qui sont fournis par l'analyse du sang musculaire montre bien la grande supériorité de l'activité des combustions dans les muscles. Pour rendre cette comparaison plus saisissante, on peut totaliser les chiffres qui expriment dans chaque série d'expériences les quantités d'oxygène absorbé et d'acide carbonique produit. On obtient ainsi :

Pour l'activité relative des combustions musculaires, le chiffre.... 41,10
» » glandulaires, » 8,99

» En somme, celles-ci sont près de cinq fois moins actives que celles-là. La supériorité du côté des combustions musculaires est donc considérable. Voyons maintenant ce qui se produit pour la glycose.

» Comme pour l'analyse des gaz, on a puisé le sang qui arrive aux organes dans l'artère carotide et celui qui en sort dans les veines maxillo-musculaire et auriculo-parotidienne. Les circonstances n'ont pas permis la simultanéité absolue des deux prises de sang artériel et de sang veineux. On a commencé par recueillir le sang veineux, puis immédiatement après le sang artériel. Moins délicates que les expériences nécessaires à la comparaison des combustions, celles qui avaient pour but de comparer les quantités de sucre absorbées par ces combustions ont pu être multipliées davantage.

» Les dosages de glycose ont donné les résultats suivants pour 1000gr de sang :

	Sang glandulaire.				Sang musculaire.		
Expériences.	Artère.	Veine.	Différence.	Expériences.	Artère.	Veine.	Différence.
	gr	gr	gr		gr	gr	gr
1.......	0,746	0,695	−0,051	7.......	1,025	0,947	−0,078
2.......	0,769	0,520	−0,249	8.......	0,657	0,601	−0,056
3.......	1,025	0,871	−0,154	9.......	0,741	0,734	−0,007
4.......	0,905	0,866	−0,039	10.......	0,690	0,667	−0,023
5.......	1,085	0,915	−0,170	11.......	0,629	0,634	+0,005
6.......	0,822	0,738	−0,084	12.......	0,923	0,933	+0,010
Moy...	0,892	0,767	−0,125	13.......	0,936	0,929	−0,007
				Moy...	0,800	0,778	−0,022

» Nous n'avons besoin de retenir dans ce Tableau que les chiffres moyens exprimant la quantité de glycose absorbée pendant la transformation du sang artériel en sang veineux. Le chiffre 125 représente la consommation du muscle en glycose; le chiffre 22 celle de la glande. Il en résulte que, dans celle-ci, la transformation du sang artériel en sang veineux s'accompagne d'une destruction de glycose inférieure de plus de cinq fois et demi à celle qui se produit dans le muscle. C'est une proportion sensiblement approchée de celle qui représente l'activité relative des combustions dans les deux sortes d'organes. Les deux rapports se seraient certainement encore plus rapprochés de l'égalité, s'il avait été possible de faire les dosages de sucre sur le sang artériel et le sang veineux recueillis simultanément. On remarquera, en effet, dans le Tableau consacré au sang glandulaire, que les onzième et douzième expériences ont donné dans la veine une quantité de glycose légèrement supérieure à celle du sang artériel. Dans le cas actuel, le fait tient, à coup sûr, à ce que le dernier sang s'est appauvri dans l'intervalle des deux prises. Nous aurons à signaler d'autres exemples des causes d'erreur résultant de ce défaut de simultanéité absolue des opérations à l'aide desquelles on se procure les sangs à analyser. Pour le point spécial qui est étudié ici, ce défaut a si peu faussé les résultats, qu'on peut le considérer comme indifférent. Le but poursuivi par nos expériences comparatives est atteint. Il est maintenant parfaitement établi que *l'absorption de glycose qui a lieu dans les capillaires pendant la transformation du sang artériel en sang veineux est en rapport avec l'activité respective des combustions concomitantes dans les différents organes*.

» Que devient ce glycose absorbé dans les capillaires? Il ne plane aucune incertitude sur son sort définitif. Sa transformation ultime en eau et

acide carbonique ne saurait faire doute. Mais quand, où et comment s'opère cette transformation? C'est une question qui sera examinée plus tard. Pour l'instant, il doit suffire d'avoir assis sur sa base la démonstration des relations étroites qui unissent la calorification animale à la destruction incessante du sucre dans les capillaires de la circulation générale et à son renouvellement non moins incessant. La démonstration sera complète quand nous aurons montré ce qui arrive dans les organes en travail. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Quelques remarques sur la détermination des valeurs moyennes;* par M. **Léopold Kronecker**.

« I. Soit $\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + \ldots$ une série convergente à termes réels; soient, de plus, $\psi_1, \psi_2, \psi_3, \ldots$ des quantités réelles positives, croissant avec n et augmentant au delà de toute limite; je dis que la limite de l'expression

$$\frac{1}{\psi_n}(\varphi_1\psi_1 + \varphi_2\psi_2 + \varphi_3\psi_3 + \ldots + \varphi_n\psi_n)$$

pour des valeurs croissantes de n est égale à zéro.

» En effet, désignons par Φ_n le reste de la série $\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + \ldots$, c'est-à-dire la somme

$$\varphi_n + \varphi_{n+1} + \varphi_{n+2} + \ldots,$$

nous aurons alors l'identité

$$\sum_{k=1}^{k=n} \varphi_k\psi_k = \sum_{k=1}^{k=m} (\psi_k - \psi_{k-1})\Phi_k + \sum_{k=m+1}^{k=n} (\psi_k - \psi_{-1})\Phi_k - \psi_n\Phi_{n+1},$$

en convenant de remplacer ψ_0 par zéro. Soit maintenant η_m une quantité positive plus grande que les valeurs absolues de

$$\Phi_1, \quad \Phi_2, \quad \ldots, \quad \Phi_m;$$

soit, de plus, θ_m une quantité plus grande en valeur absolue que

$$\Phi_{m+1}, \quad \Phi_{m+2}, \quad \Phi_{m+3}, \quad \ldots$$

qui, par suite de la convergence de la série

$$\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + \ldots,$$

ont pour limite zéro. Cela posé, toutes les différences $\psi_k - \psi_{k-1}$ étant posi-

tives, la valeur absolue de l'expression

$$\sum_{k=1}^{k=n} \varphi_k \psi_k$$

ne dépasse pas celle de

$$\eta_m \psi_m + \theta_m(\psi_n - \psi_m) + \theta_m \psi_n,$$

qui est elle-même plus petite que celle de

$$\eta_m \psi_m + 2\theta_m \psi_n.$$

Donc, étant donnée une quantité positive τ aussi petite que l'on veut, on peut d'abord choisir un nombre m, tel que θ_m soit plus petit que $\frac{1}{3}\tau$. Ensuite, on peut prendre le nombre n assez grand, pour que la valeur de l'expression $\frac{\eta_m \psi_m}{\psi_n}$ soit de même plus petite que $\frac{1}{3}\tau$. Alors on aura

$$\frac{\eta_m \psi_m}{\psi_n} + 2\theta_m < \tau,$$

et, *a fortiori*, la valeur absolue de l'expression

$$\frac{1}{\psi_n}(\varphi_1 \psi_1 + \varphi_2 \psi_2 + \ldots + \varphi_n \psi_n)$$

sera plus petite que τ. Comme $\frac{\eta_m \psi_m}{\psi_n}$ décroît lorsque l'indice n augmente, on voit que les deux inégalités précédentes subsisteront pour des valeurs plus grandes de n, et, par suite, que la limite de l'expression

$$\frac{1}{\psi_n}(\varphi_1 \psi_1 + \varphi_2 \psi_2 + \ldots + \varphi_n \psi_n)$$

est égale à zéro.

» II. Les quantités φ et ψ étant assujetties aux mêmes conditions que précédemment, on peut établir un théorème plus général et montrer que la limite de l'expression

$$\frac{1}{\psi_n - \psi_m}(\varphi_{m+1} \psi_{m+1} + \varphi_{m+2} \psi_{m+2} + \ldots + \varphi_n \psi_n)$$

est égale à zéro pour des valeurs croissantes de m, et pour des valeurs de n croissant d'une manière convenable.

» Comme la valeur de la somme

$$\varphi_{m+1} \psi_{m+1} + \varphi_{m+2} \psi_{m+2} + \ldots + \varphi_n \psi_n$$

est identique à celle de

$$\sum_{k=m+1}^{k=n} (\psi_k - \psi_{k-1})\Phi_k + \psi_m \Phi_{m+1} - \psi_n \Phi_{n+1},$$

sa valeur absolue est plus petite que

$$\theta_m(\psi_n - \psi_m) + \theta_m(\psi_m + \psi_n),$$

c'est-à-dire que

$$2\theta_m\psi_n.$$

» On voit donc que l'expression

$$\frac{1}{\psi_n - \psi_m}(\varphi_{m+1}\psi_{m+1} + \varphi_{m+2}\psi_{m+2} + \ldots + \varphi_n\psi_n)$$

est, en valeur absolue, plus petite que

$$\frac{2\theta_m\psi_n}{\psi_n - \psi_m}.$$

» Étant donnée, comme précédemment, une quantité positive τ aussi petite que l'on veut, on peut d'abord choisir un nombre m tel que θ_m soit plus petit que $\frac{1}{3}\tau$. Ensuite, si l'on se donne un nombre δ compris entre zéro et 1, on peut prendre le nombre n assez grand pour que l'on ait l'inégalité suivante

$$\psi_n > \psi_m(1 + 2\tau^{\delta}).$$

Il viendra alors

$$\frac{\psi_n}{\psi_n - \psi_m} < 1 + \tfrac{1}{2}\tau^{-\delta};$$

donc, θ_m étant plus petit que $\frac{1}{3}\tau$,

$$\frac{2\theta_m\psi_n}{\psi_n - \psi_m} < \tfrac{2}{3}\tau(1 + \tfrac{1}{2}\tau^{-\delta}),$$

et, enfin, en supposant que τ soit plus petit que 1,

$$\frac{2\theta_m\psi_n}{\psi_n - \psi_m} < \tau^{1-\delta}.$$

Comme il est clair que la valeur de $\frac{2\theta_m\psi_n}{\psi_n - \psi_m}$ décroît lorsque n augmente, on voit que l'inégalité précédente subsistera *a fortiori* pour des valeurs plus

grandes de n. Par suite, la valeur de l'expression

$$\frac{1}{\psi_n - \psi_m}(\varphi_{m+1}\psi_{m+1} + \varphi_{m+2}\psi_{m+2} + \ldots + \varphi_n\psi_n),$$

étant en valeur absolue plus petite que $\frac{2\theta_n\psi_n}{\psi_n - \psi_m}$, tend vers zéro lorsque l'on fait croître en même temps m et n, mais, en général, non pas tout à fait indépendamment l'un de l'autre. A chaque valeur de m correspond, en effet, un nombre M auquel n ne doit pas être inférieur, et la liaison qui existe entre m et M dépend de la nature des quantités ψ.

» III. Si l'on prend en particulier $\varphi_k = \frac{c_k}{k}$, $\psi_k = k$, on déduit de ce qui précède les deux théorèmes suivants :

» Lorsque la série $\frac{c_1}{1} + \frac{c_2}{2} + \frac{c_3}{3} + \ldots$ est convergente, on a

$$\lim_{n=\infty} \frac{1}{n}(c_1 + c_2 + c_3 + \ldots + c_n) = 0,$$

$$\lim_{\substack{m=\infty \\ n=\infty}} \frac{1}{n-m}(c_{m+1} + c_{m+2} + \ldots + c_n) = 0.$$

» Pour mieux préciser le sens de ces équations, j'emploie les mêmes notations que plus haut. Étant donnée une quantité τ, on choisira m de telle façon que le reste de la série

$$\frac{c_1}{1} + \frac{c_2}{2} + \frac{c_3}{3} + \cdots$$

correspondant au nombre $m+1$ et à chaque nombre plus grand soit en valeur absolue plus petit que $\frac{1}{3}\tau$.

» Ensuite, dans le premier cas, on prendra le nombre n assez grand pour que la valeur absolue de l'expression

$$\frac{m}{n}\left(\frac{c_k}{k} + \frac{c_{k+1}}{k+1} + \ldots\right)$$

ne surpasse pas $\frac{1}{3}\tau$, lorsque k varie de 1 à m. On sera alors certain que

$$\frac{1}{n}(c_1 + c_2 + c_3 + \ldots + c_n)$$

sera en valeur absolue plus petit que τ.

» Dans le second cas, après s'être donné un nombre δ compris entre 0

et 1, on prendra n tel que

$$\frac{n}{m} > 1 + 2\tau^{\delta}.$$

» On sera alors certain que la valeur absolue de

$$\frac{1}{n-m}(c_{m+1} + c_{m+2} + \ldots + c_n)$$

sera plus petite que $\tau^{1-\delta}$.

» L'expression $\frac{1}{n-m}(c_{m+1} + c_{m+2} + \ldots + c_n)$ représente la valeur moyenne des quantités c. Pour que cette valeur moyenne (¹), lorsque l'on fait croître m et n, se rapproche autant que possible de la valeur elle-même de ces quantités et qu'elle soit en même temps aussi voisine que possible de zéro, on peut prendre $\delta = \frac{1}{2}$.

» IV. Si l'on considère, au lieu de la série précédente

$$\frac{c_1}{1} + \frac{c_2}{2} + \frac{c_3}{3} + \ldots,$$

la série

$$\lim_{n=\infty} \sum_{k=1}^{k=n} \frac{c_k}{k^{1+\rho}},$$

et si l'on suppose que cette série soit convergente pour des valeurs positives de ρ et même pour $\rho = 0$, on peut se demander s'il est permis d'intervertir l'ordre des deux limites, c'est-à-dire si l'on a

$$\text{(A)} \qquad \lim_{\rho=0} \lim_{n=\infty} \sum_{k=1}^{k=n} \frac{c_k}{k^{1+\rho}} = \lim_{n=\infty} \lim_{\rho=0} \sum_{k=1}^{k=n} \frac{c_k}{k^{1+\rho}}.$$

» Dans le cas où l'on sait que cette égalité a lieu, il résulte des théorèmes précédents que la valeur moyenne des coefficients c_k tend vers zéro. Si l'on prend, par exemple,

$$c_k = 1 - \log k$$

lorsque k est premier, mais

$$c_k = 1,$$

(¹) Voir Gauss, *Disquis. arithm.*, art. 301.

pour toute autre valeur de k, l'expression

$$\lim_{\rho=0}\lim_{n=\infty}\sum_{k=1}^{k=n}\frac{c_k}{k^{1+\rho}}$$

a une valeur finie, comme on le voit facilement en prenant la dérivée logarithmique des deux membres de l'équation

$$\prod_p\left(1-\frac{1}{p^{1+\rho}}\right)^{-1}=\sum_{n=1}^{n=\infty}\frac{1}{n^{1+\rho}}=\frac{1}{\rho}+C+\ldots,$$

le produit étant étendu à tous les nombres premiers p, et C désignant la constante d'Euler. Si donc on suppose que l'équation (A) ait lieu, on en déduira que

$$\lim_{n=\infty}\frac{1}{n-m}(c_{m+1}+c_{m+2}+\ldots+c_n)=0.$$

» Si l'on y remplace les c par leurs valeurs, il en résultera que

$$\lim_{m,n}\frac{1}{n-m}\sum_p \log p=1,$$

la somme étant étendue à tous les nombres premiers p compris entre m et n.

» D'autre part, on peut montrer que la limite de l'expression

$$\frac{1}{n}(c_1+c_2+\ldots+c_n),$$

pour des valeurs croissantes de n, est égale à zéro, en supposant seulement qu'il existe une limite.

» En effet, en introduisant une fonction $f(z)$ définie par l'égalité

$$zf(z)=c_1+c_2+\ldots+c_n,$$

pour $n\leqq z<n+1$, on aura

$$\sum_{k=m+1}^{k=n}\frac{c_k}{k^{1+\rho}}=(1+\rho)\int_{m+1}^{n+1}\frac{f(z)\,dz}{z^{1+\rho}}+\frac{nf(n)}{(n+1)^{1+\rho}}-\frac{mf(m)}{(m+1)^{1+\rho}}.$$

» Or on peut remplacer le premier terme du second membre par l'expression

$$(1+\rho)f(m)\int_{m+1}^{n+1}\frac{dz}{z^{1+\rho}}+(1+\rho)\int_{m+1}^{n+1}\frac{f(z)-f(m)}{z^{1+\rho}}dz,$$

qui est égale à

$$\frac{1+\rho}{\rho} f(m)[(m+1)^{-\rho}-(n+1)^{-\rho}]+(1+\rho)\int_{m+1}^{n+1}\frac{f(z)-f(m)}{z^{1+\rho}}\,dz.$$

» Comme on a supposé l'existence d'une limite de l'expression

$$\frac{1}{n}(c_1+c_2+\ldots+c_n)$$

ou de $f(z)$, on peut choisir le nombre m assez grand pour que la différence $f(z)-f(m)$, qui entre dans la dernière intégrale, soit aussi petite que l'on veut. Il s'ensuit que

$$\lim_{m=\infty}\lim_{\rho=0}\lim_{n=\infty}\rho\int_{m+1}^{n+1}\frac{f(z)-f(m)}{z^{1+\rho}}\,dz=0$$

et, par suite, que

$$\lim_{m=\infty}\lim_{\rho=0}\lim_{n=\infty}\rho\sum_{k=m+1}^{k=n+1}\frac{c_k}{k^{1+\rho}}=\lim_{m=\infty}f(m)=\lim_{m=\infty}\frac{1}{m}(c_1+c_2+\ldots+c_m).$$

Il convient de remarquer que nous avons établi cette équation en supposant seulement que la limite de $f(m)$ existe. Elle subsiste même si $f(m)$ devient infinie avec m. Dans le cas particulier où

$$\lim_{\rho=0}\sum_{k=1}^{k=\infty}\frac{c_k}{k^{1+\rho}}$$

a une valeur finie, le premier membre est nul et l'on en déduit que la limite de

$$\frac{1}{n}(c_1+c_2+\ldots+c_n)$$

est égale à zéro, comme nous l'avions annoncé.

» J'ai déjà donné plusieurs fois les développements contenus dans ce dernier paragraphe, dans les leçons que je professe à l'Université sur l'application de l'Analyse à la Théorie des nombres; ils se trouvent, en particulier, dans le cours du semestre d'hiver 1875-1876, qui a été rédigé par M. Hessner, actuellement professeur à Berlin. Mais c'est par un article de M. Stieltjes (¹), auquel la Science doit déjà plusieurs Mémoires très intéres-

---

(¹) Voir *Comptes rendus* du 3 août 1885, t. CI, p. 368.

sants, que j'ai été porté à rédiger cette Note, après en avoir communiqué les points principaux à mon ami M. Hermite au commencement de septembre 1885. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de cinq Membres, qui sera chargée de proposer une question pour le prix Vaillant à décerner en 1888.

MM. Bertrand, de Quatrefages, Fizeau, Vulpian, Faye réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Daubrée, Fremy.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les sections des hélicoïdes à plan directeur.* Mémoire de M. **P. Pécharman**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Darboux, Maurice Lévy, Halphen.)

« L'étude de l'appareil des ponts biais a conduit les chercheurs à la découverte des foyers et des points d'équilibre situés dans les plans de tête des arches déterminés par la section oblique de cylindres de rayons différents, ayant même axe et formés de zones hélicoïdales.

» M. Buck, ingénieur anglais, et M. de la Gournerie ont étudié, dans l'étendue des épaisseurs des voûtes biaises, les courbes d'intersection des surfaces des hélicoïdes avec un plan oblique; mais ils n'ont pas poussé leurs recherches jusqu'à la détermination exacte de ces courbes.

» Mes études personnelles de l'appareil des voûtes biaises m'ont conduit à déterminer rigoureusement, de zéro à l'infini, les courbes fournies par les sections des hélicoïdes à plan directeur. Ces courbes, très remarquables, peuvent être ainsi définies :

» 1° Courbe ouverte, avec axe de symétrie et asymptotes parallèles, s'étendant à l'infini, et passant par le centre de la section oblique des cylindres intermédiaires en restant tangente au grand axe de cette section. Cette courbe est fournie par la section de l'hélicoïde dont la génératrice du centre est comprise dans le plan perpendiculaire au plan de la section oblique.

» 2° Courbe ouverte, avec axe de symétrie et asymptotes parallèles, s'étendant à l'infini et coupant, une fois, le petit axe de la section oblique des cylindres au-dessous du centre, et le grand axe de cette même section une fois à droite et une fois à gauche de ce centre. Cette courbe est fournie par la section de l'hélicoïde dont la génératrice du centre est comprise dans le plan sécant. Elle est divisée en deux parties semblables par son axe de symétrie, qui se confond avec le petit axe de la section cylindrique, et avec la génératrice du centre compris dans la section oblique.

» 3° Courbes ouvertes, avec asymptotes parallèles, sans axe de symétrie, s'étendant à l'infini, passant par le centre et coupant deux fois le grand axe de la section cylindrique. Ces courbes sont fournies par les sections des hélicoïdes dont les génératrices du centre ne sont pas comprises dans le plan de la section oblique, ni dans le plan perpendiculaire à cette section.

» 4° Courbes infléchies dans le sens des sinusoïdes, avec asymptotes parallèles et opposées, sans axe de symétrie, et coupant une fois, en dehors du centre, le grand axe de la section cylindrique en passant de l'infini positif à l'infini négatif. Ces courbes sont fournies par les sections des hélicoïdes dont les spires s'éloignent du centre, à partir de leur passage dans le plan mené par l'axe du cylindre et par la génératrice du centre comprise dans le plan sécant.

» Les courbes fournies par les sections des hélicoïdes à plan directeur peuvent être d'un usage fréquent dans les sciences et dans les arts. Ces courbes se retrouvent notamment dans les plans de tête des voûtes appareillées dans le système hélicoïdal. Elles peuvent être employées utilement, dans le dessin linéaire, le raccordement de routes, de chemins, etc., et de tous les ouvrages en général, car elles sont susceptibles de prendre les formes les plus variables. A ce titre, elles peuvent prendre place à côté des courbes de second ordre en usage : l'ellipse, l'hyperbole et la parabole, et former une série nouvelle de courbes de second ordre avec la désignation générale : *sections des hélicoïdes à plan directeur*. Quant à leur désignation particulière, je ne saurais encore leur donner un nom en rapport avec leurs fonctions et les circonstances qui les produisent.

» Sans doute, ces courbes comportent un grand nombre de propriétés et de théorèmes, qui, peu à peu, seront mis à jour et qui rendront leur emploi plus général et plus facile.

» Tels sont les résultats qui font l'objet de la planche de dessins et du Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur le mouvement d'un fluide indéfini, parfaitement élastique*. Mémoire de M. N. Marin. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Cornu, Lévy, Sarrau.)

« Mon travail a pour point de départ la loi de Mariotte; mais il est plus exact de dire qu'il a pour but de compléter cette loi par une autre, la *loi d'élasticité* pour les fluides parfaitement élastiques complètement libres.

» Cette loi est fondée sur deux principes qui concernent le travail dont est capable le fluide en mouvement. Ce travail, qu'on a appelé *énergie*, se divise en deux, l'*énergie cinétique* et l'*énergie potentielle*.

» Si la loi de Mariotte n'est applicable à un gaz qu'entre certaines limites de pression et de température, ce gaz ne sera parfaitement élastique qu'entre ces mêmes limites. Les corrections qu'exige la loi de Mariotte, par suite des variations de température, seront les mêmes pour la loi d'élasticité et pour celles des énergies.

» Je démontre les lois des énergies et celle d'élasticité en supposant la température constante.

» Les lois des énergies sont :

» Première loi. — *Dans un fluide parfaitement élastique, en mouvement par l'action d'une force extérieure, il y a, en tous les points et à tous les instants, égalité entre l'énergie cinétique et la différence d'énergie potentielle.*

» Deuxième loi. — *Dans un fluide qui se contracte ou se dilate par luimême, la somme des énergies, en tous les points et à tous les instants, est constante.*

» La loi d'élasticité s'énonce comme il suit :

» *Dans un fluide parfaitement élastique et entièrement libre, toute contraction, déterminée par une cause quelconque agissant dans une seule direction, se produit instantanément dans toutes les autres.*

» *Un effet semblable a lieu s'il y a dilatation.*

» Pour donner une idée des résultats que j'ai obtenus, je vais en indiquer les applications à l'étude des ondes lumineuses et sonores.

» J'ai établi :

» Le jeu des énergies pour effectuer la transmission;

» La marche en ligne droite de la transmission et du mouvement propre du fluide;

» La division de l'onde en deux parties égales par une section suivant laquelle le fluide est à son maximum de pression et de vitesse;

» La transmission sans altération de l'onde, c'est-à-dire qu'elle reste égale à elle-même dans un milieu homogène;

» L'appel latéral du fluide du milieu par la partie d'avant de l'onde, où la pression augmente, et la répulsion de la même quantité de fluide à l'arrière, où il y a dilatation; de là résulte le fait observé qu'on a attribué à des oscillations. La polarisation en est aussi une conséquence;

» L'indépendance de la vitesse de transmission et de l'intensité de la force qui a produit l'onde.

» Enfin, la vitesse de transmission $w = \sqrt{2K \log \text{nép}(2)}$, en posant $K = \frac{p}{\delta}$, est indépendante de la pression. »

M. H. Laroque soumet au jugement de l'Académie divers travaux relatifs à la flore des environs de Provins.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes consulte l'Académie sur diverses questions concernant l'établissement des paratonnerres sur les bâtiments des Lycées, et en particulier du petit Lycée Louis-le-Grand.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une nouvelle édition de « La Géométrie de René Descartes », publiée par la librairie Hermann, avec le généreux concours de M. de Blignières, gendre de notre regretté Confrère M. Liouville.

2° Un Volume publié par M. *Henry Vaschalde,* sous le titre « Olivier de Serres, sa vie et ses travaux, etc. » (Présenté par M. Pasteur.)

3° La « Table des positions géographiques des principaux lieux du globe, continuée par le vice-amiral *Cloué.* » (Extrait de la *Connaissance des Temps* pour 1888.) (Présenté par M. Faye.)

4° Une « Notice sur les deux lettres arithmétiques de Nicolas Rhabdas (texte grec et traduction) », par M. Paul Tannery.

5° « La goutte, sa nature et son traitement, par le Dr *W. Ebstein*, traduction du Dr *E. Chambard;* introduction par M. *Charcot*.

6° « Les explorations sous-marines, par M. *Edmond Perrier*. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

7° La 25e année des « Causeries scientifiques » de M. *Henri de Parville*. (Année 1885.)

8° Le « Cours de construction navale professé à l'École d'Application du Génie maritime », par M. *A. Hauser*.

9° L'album de statistique graphique de 1885. (Présenté par M. Léon Lalanne, au nom de M. Cheysson.)

MÉCANIQUE. — *Sur le mouvement d'un fil dans un plan fixe.* Note de M. **Appell**, présentée par M. Darboux.

« On peut écrire les équations du mouvement d'un fil flexible et inextensible dans un plan sous la forme

$$(1) \qquad \frac{d}{ds}\left(\mathrm{T}\frac{dx}{ds}\right) + \mathrm{X} = \frac{d^2x}{dt^2}, \qquad \frac{d}{ds}\left(\mathrm{T}\frac{dy}{ds}\right) + \mathrm{Y} = \frac{d^2y}{dt^2},$$

en désignant par x et y les coordonnées rectangulaires d'un élément ds du fil, par X et Y les composantes de la force extérieure sur l'unité de masse, par ε la masse de l'unité de longueur et par $\varepsilon\mathrm{T}$ la tension. Dans le Tome Ier du *Traité de Mécanique générale* (p. 321), M. Resal remplace ces équations par trois équations plus simples, ne renfermant que les éléments essentiels du problème. On peut ramener l'intégration des équations (1) ou des équations de M. Resal à l'intégration d'une équation aux dérivées partielles du quatrième ordre, qui se prête avec une grande facilité à la résolution de plusieurs problèmes importants. C'est ce que nous allons indiquer rapidement.

» Soit α l'angle que fait, à l'instant t, la tangente au fil en un point avec l'axe des abscisses : l'équation de cette tangente sera

$$(2) \qquad x \sin\alpha - y \cos\alpha = p',$$

en désignant par p une certaine fonction de α et t dont les dérivées successives par rapport à α seront appelées p', p'', p''', p^{IV}. Les coordonnées

du point de contact de la droite (2) avec le fil sont

$$(3) \qquad x = p' \sin\alpha + p'' \cos\alpha, \qquad y = -p' \cos\alpha + p'' \sin\alpha,$$

d'où, en convenant d'employer la lettre ∂ pour désigner les dérivées partielles prises par rapport aux variables α et t considérées comme indépendantes,

$$(4) \quad \frac{\partial x}{\partial\alpha} = (p' + p''') \cos\alpha, \qquad \frac{\partial y}{\partial\alpha} = (p' + p''') \sin\alpha, \qquad s = p + p'',$$

s étant la longueur de l'arc comptée à partir d'une des extrémités du fil.

» Dans les équations (1), x, y et T sont considérées comme fonctions des variables indépendantes s et t; à l'aide de la troisième des relations (4) $s = p + p''$, on pourra exprimer x, y et T en fonction de α et t, qui deviendront les nouvelles variables indépendantes.

» En effectuant ce changement de variables dans les équations (1), on obtient les deux équations

$$(5) \quad \begin{cases} \dfrac{\partial T}{\partial\alpha} = -(p' + p''')\left(\Phi + \dfrac{\partial^2 p}{\partial t^2}\right), \\ T = \left(\dfrac{\partial p}{\partial t} + \dfrac{\partial p''}{\partial t}\right)^2 - (p' + p''')\left(\Psi + \dfrac{\partial^2 p'}{\partial t^2}\right), \end{cases}$$

où Φ et Ψ désignent les composantes tangentielle et normale de la force extérieure

$$\Phi = X\cos\alpha + Y\sin\alpha, \qquad \Psi = -X\sin\alpha + Y\cos\alpha.$$

» Les quantités X et Y étant des fonctions données de $x, y, \alpha, \frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt}, s$ et t pourront être exprimées en fonction de α, de t et des dérivées partielles de p par rapport à α et t. On a ainsi formé deux équations simultanées (5) définissant T et p en fonction de α et t; ces équations se déduiraient également de celles que donne M. Resal, en remarquant que les quantités appelées par M. Resal u et v ont pour expressions $-\frac{\partial p'}{\partial t}$ et $-\frac{\partial p}{\partial t}$. L'élimination de T entre les équations (5) conduit à l'équation

$$(6) \quad \begin{cases} 2\left(\dfrac{\partial p}{\partial t} + \dfrac{\partial p''}{\partial t}\right)\left(\dfrac{\partial p'}{\partial t} + \dfrac{\partial p'''}{\partial t}\right) - (p'' + p^{\text{iv}})\left(\Psi + \dfrac{\partial^2 p'}{\partial t^2}\right) \\ \qquad + (p' + p''')\left(\dfrac{\partial^2 p}{\partial t^2} - \dfrac{\partial^2 p''}{\partial t^2} + \Phi - \dfrac{\partial\Psi}{\partial\alpha}\right) = 0, \end{cases}$$

qui définit p en fonction de α et t.

» A toute intégrale particulière de cette équation correspond un mouvement possible du fil, à condition que T soit positif. Par exemple, en supposant que la force extérieure dépende uniquement de la position de l'élément du fil, on retrouve, pour les courbes planes, le résultat de M. Léauté relatif à la figure de repos apparent d'une corde inextensible en mouvement dans l'espace ([1]) : il suffit, pour cela, de chercher à satisfaire à l'équation (6) par une intégrale particulière de la forme

$$p = f(\alpha) + f_1(t),$$

ce qui se fait avec la plus grande facilité. On trouve immédiatement que $f_1(t)$ est une fonction du second ou du premier degré de t; M. Léauté, en se plaçant au point de vue pratique, n'a considéré que le cas où cette fonction est du premier degré.

» On trouvera de même les mouvements dans lesquels le fil glisse le long d'une courbe animée d'un mouvement de translation ([2]), en cherchant une intégrale de la forme plus générale

$$p = f(\alpha) + f_1(t) + \xi \cos\alpha + \eta \sin\alpha,$$

ξ et η étant des fonctions de t seulement; puis, les mouvements dans lesquels le fil glisse sur une courbe animée d'un mouvement de rotation, ou restant homothétique à elle-même, etc.

» Enfin, l'équation (6) se prête facilement à l'étude des oscillations infiniment petites autour d'une position d'équilibre. Ces résultats seront développés prochainement dans un Mémoire détaillé. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales algébriques de l'équation de Kummer*. Note de M. E. GOURSAT.

« Dans son *Habilitationsschrift* (Leipzig, 1886), M. Erwan Papperitz s'est occupé de la recherche générale des intégrales algébriques de l'équation de Kummer. Il a établi pour cet objet un système d'équations arithmétiques qui se confond, dans le cas particulier des intégrales rationnelles, avec le système que j'avais obtenu (*Mathematische Annalen*, Bd. XIV). Il

---

([1]) *Comptes rendus*, 10 novembre 1879; *Bulletin de la Société philomathique*, 18 novembre 1879.

([2]) ROUTH, *Advanced rigid Dynamics : On steady motion*, p. 299.

est naturel de se demander si, à tout système de solutions des équations de M. Papperitz, correspond en général une intégrale algébrique de l'équation de Kummer, comme cela a lieu dans le cas des transformations rationnelles. On démontre aisément qu'il n'en est pas ainsi, au moyen des considérations suivantes.

» Pour fixer les idées, prenons le cas où $\lambda, \mu, \nu, \lambda', \mu', \nu'$ sont des parties aliquotes de l'unité

$$\lambda = \frac{1}{\rho}, \qquad \mu = \frac{1}{\sigma}, \qquad \nu = \frac{1}{\tau}, \qquad \lambda' = \frac{1}{\rho'}, \qquad \mu' = \frac{1}{\sigma'}, \qquad \nu' = \frac{1}{\tau'},$$

et supposons que l'équation

$$(1) \quad \begin{cases} \dfrac{\frac{d^3x}{dy^3}}{\frac{dx}{dy}} - \dfrac{3}{2}\left(\dfrac{\frac{d^2x}{dy^2}}{\frac{dx}{dy}}\right)^2 + \dfrac{1-\lambda^2+(\lambda^2+\nu^2-\mu^2-1)x+(1-\nu^2)x^2}{2x^2(1-x)^2}\left(\dfrac{dx}{dy}\right)^2 \\ \quad = \dfrac{1-\lambda'^2+(\lambda'^2+\nu'^2-\mu'^2-1)y+(1-\nu'^2)y^2}{2y^2(1-y)^2} \end{cases}$$

admette pour intégrale une fonction algébrique définie par l'équation irréductible

$$(2) \qquad f(x, y)$$

de degrés n' et n par rapport à x et y respectivement, et de genre p.

» Soient X et Y les deux surfaces de Riemann correspondant à cette relation; X, par exemple, est une surface connexe, formée de n feuillets étendus sur le plan des x. L'étude de l'équation (1) conduit aux résultats suivants. Les seuls points de ramification de X sont aux points $x = 0, 1, \infty$; si, pour $x = 0$, y prend une valeur b, différente de $0, 1, \infty$, on aura ρ feuillets de X réunis en cycle autour du point $x = 0$, correspondant au point analytique $(x = 0, y = b)$. Au contraire, si, pour $x = 0$, y prend l'une des valeurs $0, 1, \infty$, la valeur 0, par exemple, on aura δ feuillets de X réunis en cycle autour du point $x = 0$, correspondant au point analytique $(x = 0, y = 0)$, δ étant un diviseur de ρ. Cela posé, soient r le nombre des racines distinctes de l'équation $f(0, y) = 0$ qui sont différentes de $0, 1, \infty$, et a le nombre de ces racines qui ont une des valeurs $0, 1, \infty$, chacune étant comptée avec son degré de multiplicité. Les lettres b, c, s, t ayant des significations analogues, on a immédiatement les équations

$$(3) \qquad n = a + r\rho = b + s\sigma = c + t\tau;$$

l'étude de la surface Y donne de même

$$(4)\qquad n' = a' + r'\rho' = b' + s'\sigma' = c' + t'\tau'.$$

» Enfin, soit q le nombre des cycles de feuillets des deux surfaces qui correspondent à des points analytiques où chacune des variables a l'une des valeurs 0, 1, ∞; je dirai, pour abréger, que ces cycles sont de la seconde catégorie. La formule de Riemann qui donne le genre d'une relation algébrique devient ici

$$(5)\qquad 2p + q - 2 = n - r - s - t = n' - r' - s' - t'.$$

» Aux équations (3), (4), (5) il est facile d'ajouter d'autres équations, qu'il est inutile de rapporter ici.

» Inversement, supposons que nous ayons un système de solutions des équations précédentes. Les surfaces de Riemann X et Y ne pourront être construites que d'un nombre *fini* de manières. Choisissons une surface X particulière, satisfaisant aux conditions du problème et la surface Y correspondante. Nous avons d'abord à rechercher s'il existe une relation algébrique $f(x, y) = 0$, telle que les surfaces de Riemann correspondantes soient précisément X et Y. Soient u une fonction algébrique de x, ramifiée comme y, et v une fonction algébrique de y ramifiée comme x, de telle sorte que l'on ait

$$(6)\qquad u = \varphi(x, y),\qquad y = \varphi_1(x, u),\qquad v = \psi(y, x),\qquad x = \psi_1(y, v),$$

φ, φ_1, ψ, ψ_1 désignant des fonctions rationnelles; u sera racine d'une équation algébrique entière de degré n en y

$$(7)\qquad F(x, u),$$

dont la surface de Riemann sur le plan des x est précisément X. De même, v sera racine d'une équation algébrique entière de degré n' en v

$$(8)\qquad F_1(y, v) = 0,$$

dont la surface de Riemann sur le plan des y sera Y. Les deux équations (7) et (8) devront appartenir à la même classe que l'équation (2) et, par suite, avoir les mêmes modules. Il est évident que ces modules ne dépendent respectivement que des surfaces X et Y, et si le genre p n'est pas égal à zéro, ils seront différents en général, comme on peut s'en convaincre par des exemples. Si ces modules sont égaux, on pourra passer de la relation

(7) à la relation (8) par une transformation birationnelle, dont les coefficients pourront dépendre, dans certains cas, d'un ou plusieurs paramètres arbitraires. Mais cette transformation devra être telle que les sommets des q cycles de la seconde catégorie de X viennent s'appliquer respectivement sur les sommets des q cycles de la seconde catégorie de Y. Finalement, pour qu'il existe une relation algébrique $f(x, y) = 0$, satisfaisant aux conditions du problème, on trouve, dans tous les cas, que $3p + q - 3$ conditions complexes doivent être remplies. D'où résulte la proposition énoncée plus haut, qui se démontre de même dans le cas général. On démontre aisément que le nombre $3p + q - 3$ ne peut être nul que si l'on a $p = 0$, $q = 3$. C'est ce qui a lieu pour les intégrales rationnelles; les autres intégrales algébriques qui satisfont à ces conditions s'obtiennent par des combinaisons d'intégrales rationnelles.

» Dans un Mémoire qui paraîtra prochainement, je me suis proposé de montrer comment on peut toujours, par un nombre *fini* d'essais et de calculs toujours possibles, reconnaître si une solution des équations de M. Papperitz fournit une intégrale algébrique de l'équation de Kummer. »

GÉOMÉTRIE. — *Démonstration analytique d'un théorème relatif aux surfaces orthogonales.* Note de M. **Paul Adam**, présentée par M. Maurice Lévy.

« M. Maurice Lévy a, le premier, énoncé le théorème suivant, dont il a fait le point de départ de l'une de ses deux thèses pour le doctorat ès sciences : *Pour qu'une famille de surfaces puisse faire partie d'un système orthogonal, il est nécessaire que sa ligne ombilicale soit une trajectoire orthogonale des surfaces qui la composent.* Sa démonstration, extrêmement simple, est basée sur des considérations purement géométriques.

» Dans cette Note, nous nous proposons de démontrer le même théorème par le calcul, ce qui n'a pas encore été fait, du moins à notre connaissance.

» Soit (C) la ligne ombilicale d'une famille de surfaces

$$u = u(x, y, z) \tag{1}$$

au paramètre u, susceptible de faire partie d'un système triplement orthogonal, et soit O un point quelconque sur cette ligne.

» Prenons le point O comme origine de trois axes de coordonnées rec-

tangulaires, pour axe des z la normale à celle (S) des surfaces considérées qui passe en O, pour axe des x et des y, deux droites rectangulaires quelconques situées dans le plan tangent en O à la surface (S).

» Il s'agit de démontrer que l'axe Oz est tangent en O à la ligne (C).

» A cet effet, nous désignerons par le symbole $(\quad)_0$ les résultats relatifs au point O.

» Puisque le point O est un ombilic de la surface (S), Ox et Oy sont les tangentes à deux lignes de courbure de cette surface; on sait qu'alors on a

$$(2) \qquad (u_1)_0 = (u_2)_0 = (u_{1,2})_0 = 0,$$

en adoptant les notations employées par M. Darboux dans son grand Mémoire sur les coordonnées curvilignes et les systèmes orthogonaux [1].

» D'autre part, si l'on appelle p, q, r, s, t les dérivées partielles de la fonction z de x et de y définie par l'équation (1) quand on y regarde le paramètre u comme constant, les équations de la ligne ombilicale (C) seront évidemment

$$(3) \qquad \begin{cases} (1+p^2)s - pqr = 0, \\ (1+q^2)s - pqt = 0. \end{cases}$$

» Exprimons les dérivées p, q, r, s, t de la fonction z au moyen des dérivées partielles de la fonction $u(x, y, z)$; il vient, en différentiant l'équation (1),

$$\begin{gathered} u_1 + pu_3 = 0, \\ u_2 + qu_3 = 0, \\ u_{1,1} + 2pu_{1,3} + p^2 u_{3,3} + ru_3 = 0, \\ u_{1,2} + qu_{1,3} + pu_{2,3} + pqu_{3,3} + su_3 = 0, \\ u_{2,2} + 2qu_{2,3} + q^2 u_{3,3} + tu_3 = 0, \end{gathered}$$

d'où

$$\begin{aligned} p &= -\frac{u_1}{u_3}, \\ q &= -\frac{u_2}{u_3}, \\ r &= -\frac{u_3^2 u_{1,1} - 2u_1 u_3 u_{1,3} + u_1^2 u_{3,3}}{u_3^3}, \\ s &= -\frac{u_3^2 u_{1,2} - u_2 u_3 u_{1,3} - u_1 u_3 u_{2,3} + u_1 u_2 u_{3,3}}{u_3^3}, \\ t &= -\frac{u_3^2 u_{2,2} - 2u_2 u_3 u_{2,3} + u_2^2 u_{3,3}}{u_3^3}. \end{aligned}$$

---

(1) *Annales de l'École Normale supérieure*; 1878.

» Portant ces expressions dans les équations (3), on obtient, en désignant par $\frac{\varphi(x,y,z)}{u_3^5}$ et $\frac{\psi(x,y,z)}{u_3^3}$ ce que deviennent les premiers membres de ces équations,

$$\begin{aligned}\varphi(x,y,z) = u_1 u_2(u_3^2 u_{1,1} - 2u_1 u_3 u_{1,3} + u_1^2 u_{3,3})\\ - (u_1^2 + u_3^2)(u_3^2 u_{1,2} - u_2 u_3 u_{1,3} - u_1 u_3 u_{2,3} + u_1 u_2 u_{3,3}) = 0,\\ \psi(x,y,z) = u_1 u_2(u_3^2 u_{2,2} - 2u_2 u_3 u_{2,3} + u_2^2 u_{3,3})\\ - (u_2^2 + u_3^2) u_3^2 u_{1,2} - u_2 u_3 u_{1,3} - u_1 u_3 u_{2,3} + u_1 u_2 u_{3,3}) = 0.\end{aligned}$$

» Pour démontrer maintenant que l'axe Oz est tangent à la courbe (C), il suffit de faire voir que les normales en O aux deux surfaces

$$\varphi = 0, \qquad \psi = 0,$$

qui se coupent suivant la ligne (C), sont situées dans le plan xOy, c'est-à-dire que l'on a

$$\left(\frac{\partial\varphi}{\partial z}\right)_0 = \left(\frac{\partial\psi}{\partial z}\right)_0 = 0.$$

» Or les égalités (2) permettent d'écrire immédiatement

$$(4) \qquad \left(\frac{\partial\varphi}{\partial z}\right)_0 = \left(\frac{\partial\psi}{\partial z}\right)_0 = (u_3^3)_0(2u_{1,3}u_{2,3} - u_3 u_{1,2,3})_0.$$

» En second lieu, H représentant la fonction

$$\frac{1}{\sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2}},$$

on trouve

$$(5) \qquad \left(\frac{\partial^2 H}{\partial x\, \partial y}\right)_0 = \frac{1}{(u_3^3)_0}(2u_{1,3}u_{2,3} - u_3 u_{1,2,3})_0.$$

» Si l'on compare les égalités (4) et (5) et si l'on remarque que $(u_3)_0$ n'est pas nul en général, puisque la normale en O à la surface (S) a une direction en général bien déterminée, on voit que l'on est ramené à démontrer l'égalité

$$\left(\frac{\partial^2 H}{\partial x\, \partial y}\right)_0 = 0.$$

» Mais c'est là un résultat connu; il a été établi par M. Maurice Lévy au tome XXVI du *Journal de l'École Polytechnique*; on le déduit aussi de l'équation aux dérivées partielles qui régit les systèmes orthogonaux, équation calculée depuis par Cayley. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur l'octaèdre et la construction de la droite associée.* Note de M. P. SERRET.

« I. On établit aisément que la droite associée de l'octaèdre 123456 peut se déterminer d'abord en direction, et qu'elle est parallèle à la *hauteur du trièdre,* dont les arêtes sont dirigées vers les trois points à l'infini de la cubique gauche, circonscrite à l'octaèdre donné. Soient

$$xyz = 0$$

les équations tangentielles des traces de cette cubique sur le plan de l'infini, et

$$p_1 p_2 \ldots p_5 p_6 = 0$$

les équations analogues des sommets de l'octaèdre.

» Comme huit points d'une cubique gauche font toujours *huit points associés,* liés entre eux par la relation analytique que l'on sait, on a, notamment ici, les deux identités suivantes

$$\Sigma_1^5 l_1 p_1^2 + (ax^2 + by^2 + cz^2) \equiv 0,$$
$$\Sigma_2^6 \lambda_2 p_2^2 + (\alpha x^2 + \beta y^2 + \gamma z^2) \equiv 0,$$

lesquelles entraînent la conclusion que le trièdre ci-dessus (o, xyz), dont la *hauteur* est parallèle à la droite cherchée, n'est autre que le *trièdre conjugué* commun à *deux cônes déterminés,* de sommet commun et arbitraire *o*, respectivement *conjugués* aux deux angles solides pentaèdres, ayant pour arêtes successives les parallèles menées par le point *o* aux côtés sucessifs de chacun des pentagones gauches 12345 et 23456.

» La recherche de la direction de la droite associée d'un octaèdre est donc ramenée au problème suivant

» II. Étant *donnés* deux cônes du second ordre, de sommet commun *o*, construire la *hauteur* du trièdre conjugué $\xi\eta\zeta = 0$ commun à ces deux cônes.

» Ce problème, assez compliqué comme l'on voit, et où une direction inconnue dépend des directions de deux groupes donnés de cinq droites, et en tout de dix directions données, se peut construire de plusieurs manières différentes par la seule Géométrie, et il arrive d'ailleurs que les données spéciales qui définissent ici les deux cônes, savoir la donnée des deux

angles solides pentaèdres qui leur sont conjugués, simplifient considérablement celle de ces constructions que la Géométrie suggère presque aussitôt.

» La solution suivante est purement analytique.

» Nous y supposerons les cônes donnés définis chacun par cinq génératrices.

» Soient

$$(1) \qquad S_1 = 0,$$
$$(2) \qquad S_2 = 0$$

et

$$(3) \qquad S_3 = 0$$

les équations en coordonnées ordinaires des deux cônes donnés de sommet o et du cône polaire réciproque de l'un quelconque des précédents par rapport à l'autre, le cône (3) $S_3 = 0$ étant alors susceptible de deux déterminations distinctes, suivant que l'on adopte pour cône directeur l'un ou l'autre des proposés.

» On sait que les cônes (1), (2), (3) admettront alors le même trièdre conjugué commun $\xi\eta\zeta = 0$ que les deux premiers, et que, dès lors, toute combinaison linéaire de leurs équations sera réductible à la forme

$$a\xi^2 + b\eta^2 + c\zeta^2 = 0,$$
$$(4) \qquad \Sigma_1^3 l_1 S_1 \equiv a\xi^2 + b\eta^2 + c\zeta^2.$$

» Ceci posé, regardons les cônes (1), (2), (3) comme définis chacun par cinq génératrices; coupons-les par un premier plan

$$(5) \qquad A = 0,$$

issu du sommet commun o, et, menant par les génératrices qui résultent de cette section les plans tangents à ces cônes, représentons-les par les équations explicites

$$(1') \qquad 0 = S_1 \equiv A^2 + B_1 C_1,$$
$$(2') \qquad 0 = S_2 \equiv A^2 + B_2 C_2,$$
$$(3') \qquad 0 = S_3 \equiv A^2 + B_3 C_3.$$

» Actuellement, si nous formons une combinaison linéaire de ces équations, elle dépendra de trois coefficients homogènes ou de deux para-

mètres indéterminés et pourra dès lors former un *cône de révolution*

$$X^2 + Y^2 + Z^2 - P^2 = o.$$

On pourra donc écrire identiquement, et en ayant égard à la relation (4),

$$(l_1 + l_2 + l_3) A^2 + l_1 B_1 C_1 + l_2 B_2 C_2 + l_3 B_3 C_3 \equiv X^2 + Y^2 + Z^2 - P^2 \equiv a\xi^2 + b\eta^2 + c\zeta^2$$

ou encore

(M) $$a\xi^2 + b\eta^2 + c\zeta^2 + P^2 \equiv X^2 + Y^2 + Z^2$$

et

(N) $$\lambda A^2 + l_1 B_1 C_1 + l_2 B_2 C_2 + l_3 B_3 C_3 + P^2 \equiv X^2 + Y^2 + Z^2.$$

Or de ces deux identités, où $X^2 + Y^2 + Z^2 = o$ représente une sphère de rayon nul ayant pour centre l'origine *o*, la première exprime, d'une manière évidente, que le plan de direction inconnue $P = o$ est perpendiculaire à la *hauteur* du trièdre $\xi\eta\zeta = o$ ou perpendiculaire à la droite cherchée. Et il suit de la suivante (N), comme je l'ai fait voir ailleurs, que ce même plan de direction inconnue $P = o$ est tangent à un premier cône équilatère *inscriptible* déterminé, de sommet *o*, et entièrement défini par la quadruple condition de toucher le plan $A = o$ et d'être conjugué aux dièdres connus $\widehat{B_1 C_1}$, $\widehat{B_2 C_2}$, $\widehat{B_3 C_3}$.

» De là, en substituant au plan transversal (5) $A = o$ un nouveau plan transversal $A' = o$, issu encore de l'origine *o*, nous verrons que le plan $P = o$ mené par l'origine perpendiculairement à la *hauteur* cherchée est tangent à un deuxième cône équilatère *inscriptible* défini par des données analogues.

» D'ailleurs, et puisque le cône (3) $S_3 = o$, d'où dépendent les deux cônes auxiliaires que nous venons de construire ou de définir, est susceptible, comme on l'a vu d'abord, de deux déterminations distinctes, on voit que, par les constructions précédentes répétées une seconde fois, nous pouvons obtenir quatre cônes distincts, équilatères *inscriptibles*, de sommet commun *o*, et admettant comme plan tangent commun le plan cherché $P = o$.

» A partir de ce point et, par exemple, en substituant aux cônes équilatères *inscriptibles* que l'on vient de dire les cônes équilatères *circonscriptibles*, *supplémentaires* des premiers, on est ramené à ce problème facile :

» *Étant donné autour d'un même sommet un groupe de quatre cônes du*

second degré, que l'on sait avoir une génératrice commune, déterminer cette génératrice.

» On peut remarquer que la surabondance des données conduit ici à une construction dernière d'une symétrie plus complète. »

MÉCANIQUE. — *Sur le mouvement varié d'un gaz comprimé dans un réservoir qui se vide librement dans l'atmosphère.* Note de M. **Hugoniot**, présentée par M. Haton de la Goupillière.

« Le mouvement d'un gaz qui, comprimé dans un réservoir, s'écoule librement dans l'atmosphère, peut être traité par une méthode analogue à celle qui sert à étudier le remplissage. C'est ce qu'a fort bien montré M. Haton de la Goupillière (*Comptes rendus*, 26 octobre 1886). Les formules auxquelles il est parvenu sont destinées au cas où les pressions extrêmes ne sont pas trop différentes l'une de l'autre. Lorsqu'il en est autrement, le phénomène doit être divisé en deux périodes, ainsi que M. Haton de la Goupillière l'a fait remarquer dans la suite de sa Communication (*Comptes rendus*, 2 novembre 1886). Les formules peuvent alors être complétées de la manière suivante.

» Soient V le volume du récipient, Ω la section de l'orifice, m le coefficient de contraction, supposé constant, p_1 la pression initiale du gaz renfermé dans le récipient et p_0 la pression atmosphérique. Désignant par μ la masse gazeuse sortie à l'instant t, par ρ la densité et par p la pression dans le réservoir au même instant, on a toujours l'équation

$$V\,d\rho = -\,d\mu.$$

» D'ailleurs, si u représente la vitesse, ρ' la densité du gaz dans la section contractée, il est visible que

$$d\mu = m\Omega\rho' u\,dt.$$

» Deux périodes doivent être distinguées dans le phénomène, du moins quand la pression p_1 est supérieure au double de la pression atmosphérique p_0.

» La première période s'étend depuis l'instant initial jusqu'au moment où la pression dans le réservoir, laquelle diminue constamment, est devenue égale à $\frac{p_0}{\alpha}$, la valeur de α dépendant de la nature de la transforma-

tion subie par le gaz (*Comptes rendus*, 15 novembre 1886). Dans la deuxième période, la pression s'abaisse depuis $\frac{p_0}{\alpha}$ jusqu'à p_0.

» Soient τ la durée de la première période, τ' celle de la seconde, $T = \tau + \tau'$ la durée totale de l'écoulement. J'examinerai successivement le cas de la transformation isothermique et celui de la transformation adiabatique.

» 1° *Transformation isothermique.* — Les calculs n'offrent aucune difficulté et l'on trouve aisément, en posant $\frac{p}{p_0} = x$,

$$\tau = \frac{V}{m\Omega\sqrt{gR(\theta+273)}} \frac{\log\frac{\alpha p_1}{p_0}}{\alpha\sqrt{2\log\frac{1}{\alpha}}}, \qquad \tau' = \frac{V}{m\Omega\sqrt{2gR(\theta+273)}} \int_1^{\frac{1}{\alpha}} \frac{dx}{\sqrt{\log x}}.$$

» D'ailleurs $\alpha = \frac{1}{\sqrt{e}}$ et l'on a

$$\int_1^{\sqrt{e}} \frac{dx}{\sqrt{\log x}} = 2\int_0^{\frac{1}{\sqrt{2}}} e^{x^2}\,dx,$$

de sorte qu'en effectuant les calculs numériques, on obtient

$$(1) \qquad T = \frac{V}{m\Omega\sqrt{R(\theta+273)}}\left(0,120 + 1,212\,L\frac{p_1}{p_0}\right),$$

la caractéristique L désignant un logarithme vulgaire.

» 2° *Transformation adiabatique.* — Quand la transformation est adiabatique, la densité ρ correspondant à la pression p dans le récipient est toujours liée à la densité initiale ρ_1 et à la pression initiale p_1 par la relation

$$\rho = \rho_1\left(\frac{p}{p_1}\right)^{\frac{1}{k}},$$

k désignant le rapport des chaleurs spécifiques. On a, pendant la première période,

$$u = \sqrt{\frac{2kp}{(k-1)\rho}\left(1 - \alpha^{\frac{k-1}{k}}\right)}, \qquad \rho' = \rho\alpha^{\frac{1}{k}},$$

et l'on obtient

$$\tau = \frac{V}{m\Omega\sqrt{gR(\theta+273)}}\sqrt{\frac{2}{k(k-1)\left(\alpha^{\frac{2}{k}} - \alpha^{\frac{k+1}{k}}\right)}}\left[\left(\frac{\alpha p_1}{p_0}\right)^{\frac{k-1}{2k}} - 1\right].$$

» Pour la deuxième période,

$$u = \sqrt{\frac{2kp}{(k-1)\rho}\left[1 - \left(\frac{p_0}{p}\right)^{\frac{k-1}{k}}\right]}, \qquad \rho' = \rho\left(\frac{p_0}{p}\right)^k,$$

et l'on trouve, en posant $\frac{p}{p_0} = x$,

$$\tau' = \frac{V}{m\Omega\sqrt{gR(\theta + 273)}}\sqrt{\frac{k-1}{2k^3}}\left(\frac{p_1}{p_0}\right)^{\frac{k-1}{2k}}\int_1^{\frac{1}{\alpha}}\frac{dx}{x^{\frac{k-1}{k}}\sqrt{x^{\frac{k-1}{k}} - 1}},$$

formule que l'on déduit aussi sans difficulté de celle qui a été donnée par M. Haton de la Goupillière.

» Remarquant que $\alpha = \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k}{k-1}}$ et que, par suite,

$$\int_1^{\frac{1}{\alpha}}\frac{dx}{x^{\frac{k-1}{k}}\sqrt{x^{\frac{k-1}{k}} - 1}} = \frac{2k}{k-1}\int_0^{\sqrt{\frac{k-1}{2}}}(1 + x^2)^{\frac{2-k}{k-1}}dx,$$

on obtient, en définitive, pour $k = 1,41$,

$$(2) \qquad T = \frac{V}{m\Omega\sqrt{R(\theta + 273)}}\left[2,363\left(\frac{p_1}{p_0}\right)^{\frac{k-1}{2k}} - 2,269\right].$$

» Dans la pratique, on peut remplacer k par $1,40 = \frac{7}{5}$, et il vient

$$(2') \qquad T = \frac{V}{m\Omega\sqrt{R(\theta + 273)}}\left(2,363\sqrt[7]{\frac{p_1}{p_0}} - 2,269\right).$$

» Les formules (1), (2) et (2') renferment la solution du problème. On voit que la durée T augmente indéfiniment en même temps que le rapport $\frac{p_1}{p_0}$. Les valeurs de T données par la formule (1) sont supérieures à celles que fournissent les formules (2) ou (2').

» On vérifie sans difficulté que le temps nécessaire pour remplir un réservoir est bien inférieur au temps que ce réservoir emploie pour se vider. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un appareil permettant de transmettre la mesure à des exécutants placés de manière à ne point voir le chef d'orchestre.* Note de M. **J. Carpentier**, présentée par M. Mascart.

« La Note que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie se rapporte à un « batteur de mesure » que j'ai combiné, à la demande des directeurs de l'Opéra. L'exécution des œuvres de musique théâtrale exige qu'à certains moments se fassent entendre, dans la coulisse, des chants, des chœurs, des parties instrumentales, et il est de la plus stricte nécessité que l'ensemble le plus parfait règne entre les musiciens dissimulés et ceux qui jouent dans la salle. Il faut que le chef d'orchestre puisse tenir sous sa direction ceux qui ne le voient pas, aussi bien que ceux qui suivent les mouvements de sa baguette; il faut, en un mot, qu'il possède un moyen de transmettre à distance les indications du rythme.

» Divers appareils ont été proposés pour atteindre ce résultat. Les uns sont de simples frappeurs électriques, dont les avertissements s'adressent à l'oreille des intéressés; les autres comportent une véritable baguette dont le mouvement donne un signe visible. Ces appareils sont, les uns et les autres, commandés électriquement à distance par le chef d'orchestre, à la disposition duquel est un manipulateur.

» Les frappeurs s'entendent mal et sont insuffisants; les baguettes oscillantes, constituant de vrais pendules, se montrent rebelles aux mouvements qui sont en désaccord avec leurs tendances, et leur inertie leur défend de changer brusquement d'allure.

» Le système qui m'est venu à la pensée est de la famille des signaux visibles. Il donne l'impression d'une baguette oscillante, mais il ne présente pas les inconvénients que je viens de signaler, parce qu'il repose, je dois le dire, sur une pure illusion d'optique.

» Sur un panneau noirci, deux sillons ont été pratiqués et forment entre eux l'angle que l'on voit ordinairement décrire à la baguette d'un chef d'orchestre. Dans chacun de ces sillons, une règle carrée est montée de telle sorte qu'elle puisse rapidement pivoter autour de son axe d'un quart de tour et montrer alternativement deux de ses faces. De ces faces alternativement apparentes, l'une est noire, comme le panneau; l'autre est blanche. Quand, par un mouvement brusque, la face blanche est remplacée par la face noire, la règle semble disparaître; si, en même temps,

le mouvement inverse se produit pour la deuxième règle, celle-ci apparaît. L'œil, qui se porte alternativement sur celle des règles qui est blanche, croit voir une règle unique se mouvoir entre deux positions extrêmes. Un mécanisme très simple, dont le principal organe est un électro-aimant, permet de produire le mouvement simultané de pivotage des deux règles, et le chef d'orchestre n'a, pour le commander à distance, qu'à appuyer sur un bouton ou une pédale en suivant le rythme qui correspond à la mesure.

» L'illusion qui constitue l'artifice auquel je me suis arrêté repose sur ce double fait, que l'œil se précipite malgré lui sur les lignes qui se détachent en blanc sur un fond noir, et que, par suite de la persistance des impressions sur la rétine, il se charge, dans sa promenade alternative, de peindre en gris le secteur compris entre les deux limites de ses excursions. »

ÉLECTRICITÉ. — *Augmentation de la portée des actions fluidiques et électriques.* Note de M. Charles Cros.

« L'expression de *fluide* électrique est ancienne; elle est justifiée en quelque sorte par diverses analogies d'organes et de fonctions entre les mécanismes à transmissions fluidiques (liquides ou gazeuses) et les mécanismes à transmissions électriques. Je me suis servi de ces analogies pour établir l'expérience suivante :

» Le téléphone Bell transmet les vibrations sonores avec une netteté et une intensité qui décroissent à mesure que croît la longueur (et, par conséquent, le volume) du fil métallique de communication. J'ai donc ajouté bouts à bouts assez de bobines de fil métallique isolé pour éteindre les sons téléphoniques à transmettre dans la longueur de ces fils. On avait déposé l'ensemble de ces fils sur une table, de manière à pouvoir augmenter ou diminuer à volonté la longueur totale du circuit et aussi l'interrompre de toute manière.

» Les téléphones ne transmettant plus rien, j'ai coupé le circuit à sa moitié et j'ai mis un condensateur à la coupure, en établissant les contacts respectifs entre les deux lames et les deux tronçons de la ligne.

» Aussitôt le son distinct a été transmis comme par un circuit représentant la moitié du circuit total. En coupant encore les deux tronçons à leur moitié et en interposant deux autres condensateurs, le son des téléphones

est revenu à l'intensité et à la netteté qu'il aurait eues sur une ligne téléphonique ordinaire.

» L'expérience remonte à plusieurs années (1880); je ne donne donc pas de chiffres de longueurs, de capacités, ni de résistances. D'ailleurs, puisque le son était devenu d'abord faible et confus, puis enfin nul à la suite des allongements successifs, l'interposition des condensateurs trouvait dans ces conditions la preuve de son efficacité.

» J'ajoute que l'emploi de *deux* condensateurs, chacun à un des bouts de la ligne totale, ne produit aucun effet.

» J'ai été amené à faire cette expérience à la suite d'études sur les transmissions par des tubes plus ou moins élastiques contenant de l'air ou de l'eau. Supposons deux pistons, mobiles dans des cylindres de même diamètre communiquant par une chambre sphérique pleine d'air. Si j'abaisse un des pistons d'une certaine quantité, l'autre devra monter d'autant. Mais la *durée* nécessaire à cette transmission varie avec le volume et la figure de la chambre suivant certaines lois.

» Donc, si le jeu alternatif aspirant et foulant d'un des pistons est assez rapide, la capacité de la chambre d'air aura pour effet de confondre les effets de ce jeu sur l'autre piston, qui n'en traduira qu'une somme faible et confuse, ou n'accusera même aucune action si la chambre est assez grande. En divisant la capacité totale en plusieurs sphères (ou cavités quelconques, telles que des conduits) séparées par des cloisons mobiles, pistons, colonnes liquides dans des tubes, etc., on constituera un système où la durée de la transmission finale d'un bout à l'autre subira une variation que je ne préjuge pas. Mais les actions alternatives de la pompe sur la première chambre seront transmises à la deuxième, à la troisième, sans se confondre aussi facilement que dans le vaste volume gazeux, somme des volumes partiels des chambres séparées par des intermédiaires mobiles et incompressibles.

» J'ai donc considéré les fils métalliques comme analogues à des cavités allongées, dans lesquelles se transmettraient des pressions. L'expérience décrite plus haut semble confirmer cette manière de voir. Les applications à la Télégraphie de cette manière de concevoir les phénomènes électriques et fluidiques sont à prévoir. Par exemple, des lignes coupées par un nombre suffisant de condensateurs transmettront, dans une durée donnée, plus de signaux distincts que les lignes continues actuellement en usage. Dernière remarque : il ne faut pas confondre les relais, où se sub-

stitue une action plus forte que l'action déterminante, avec les coupures où il se fait une perte d'intensité pour une augmentation de netteté d'action. »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur la tension de vapeur saturée*. Note de **P. Duhem**, présentée par M. Debray.

« Sir W. Thomson (¹) a montré que la tension de vapeur saturée d'un liquide dépendait de la courbure de la surface qui limite ce liquide. M. Robert von Helmholtz (²) a proposé, comme loi de cette dépendance, une formule différente de celle à laquelle est parvenu Sir W. Thomson. Antérieurement au Mémoire de M. Robert von Helmholtz, j'avais (³), par un raisonnement que je crois rigoureux, montré que la loi du phénomène était exprimée par une formule plus compliquée que celles de Sir W. Thomson et de M. Robert von Helmholtz; que, cependant, on pouvait déduire de cette formule compliquée l'explication des retards d'ébullition. Lors de l'apparition du Mémoire de M. Robert von Helmholtz, j'ai appelé de nouveau l'attention sur ce point par une Note insérée aux *Comptes rendus* (⁴).

» Néanmoins, M. Warburg, qui semble ignorer l'existence de mes recherches sur ce sujet, vient, dans un récent Mémoire (⁵), de retrouver par un raisonnement synthétique le résultat de Sir W. Thomson. Qu'il me soit permis de faire remarquer que le raisonnement de M. Warburg, comme ceux de Sir W. Thomson et de M. Robert von Helmholtz, ne tient aucun compte de l'influence de la pression capillaire, tandis que mes formules mettent en évidence l'influence qu'exerce cette pression; de ce que cette pression introduit dans les formules des termes dont la grandeur n'est pas connue *a priori*, on ne saurait légitimement conclure que ces derniers sont négligeables. D'ailleurs, la discordance des résultats obtenus par Sir W. Thomson et par M. Warburg, d'une part, par M. Robert von Helmholtz,

---

(¹) W. Thomson, *Phil. Magazine*, 4ᵉ série, t. XLII, p. 448; 1871.

(²) Robert von Helmholtz, *Wied. Ann.*, t. XXVII, p. 522, 1886 (15 mai).

(³) P. Duhem, *Annales de l'École Normale supérieure*, 3ᵉ série, t. II, p. 207; 1885, *Beiblätter*, t. X, p. 330.

(⁴) P. Duhem, *Comptes rendus*, t. CII, p. 1548; 28 juin 1886.

(⁵) E. Warburg, *Wied. Ann.*, t. XXVIII, p. 394; 1886 (15 juin).

d'autre part, montre assez combien il est nécessaire d'apporter la plus grande rigueur aux considérations relatives à ce sujet complexe.

» M. Warburg étudie également, à la fin de son Mémoire, la tension de vapeur d'un liquide pris en couche très mince, et, dans cette étude, il néglige de nouveau l'influence de la pression capillaire. Je demande la permission de rappeler que j'ai consacré un travail spécial à l'étude de cette question [1], que j'en ai déduit la théorie des phénomènes présentés par les corps hygrométriques, et que j'ai rappelé l'existence de ces recherches dans la Note que j'ai publiée lors de l'apparition du Mémoire de M. Robert von Helmholtz. »

PHYSIQUE. — *Sur les propriétés physiques du mercure.* Note de M. **Marcellin Langlois**, présentée par M. A. Cornu.

« Les chimistes admettent l'existence d'une molécule mono-atomique de mercure. Cette hypothèse est la seule qui me permette de retrouver les propriétés physiques de ce liquide, en m'appuyant sur les principes qui m'ont servi dans l'étude de la condensation des vapeurs, de la chaleur de fusion, etc.

» *Chaleur de vaporisation.* — Je la détermine à 360°, température d'ébullition du mercure.

» Comme je l'ai dit, dans une précédente Communication, la chaleur de condensation, égale à celle de vaporisation, provient de deux sources :

» 1° L'oscillation du centre moléculaire ou plutôt le choc contre la surface sur laquelle se produit la condensation ;

» 2° La déformation sous pression constante, indépendamment de l'attraction intérieure.

» Je détermine donc la vitesse atomique w à l'état gazeux, W dans l'état liquide, et je détermine l'équivalent calorifique de l'oscillation qui résulte de cette variation.

» Le nombre ainsi trouvé, ajouté à celui qui représente la chaleur de déformation sous pression constante, donne 80^{Cal}. L'expérience donne 77.

» *Chaleur spécifique du mercure liquide.* — Je détermine les forces moléculaires à 0°, par exemple, en m'appuyant sur le principe fondamental de

(1) P. Duhem, *Journal de Physique*, 2e série, t. V; mars 1886.

ma théorie et sur la loi d'attraction pendant la condensation. J'y ajoute ce que j'ai appelé l'attraction moléculaire au contact, et je détermine le travail effectué par ces forces pendant une variation de 1° et pour 1kg de mercure. Son équivalent calorifique ou chaleur spécifique est égal à 0,03288. L'expérience donne 0,033.

» *Compressibilité*. — A l'état liquide, la molécule de mercure a, d'une part, sa surface attirée, en quelque sorte, par le centre; d'autre part, elle est attirée par les molécules avec lesquelles elle est en contact. Je remplace ces attractions par une pression équivalente et je trouve un nombre tel que, par une augmentation de pression d'une atmosphère, le volume diminue d'une quantité égale à 0,000001894 de sa valeur. M. Jamin a trouvé dans ses expériences 0,00000187.

» *Chaleur de fusion du mercure*. — D'après Mallet, la densité du mercure liquide à — 40° est égale à 14,199, celle du mercure solide étant 14,392.

» De la comparaison de ces deux densités, dont le rapport est inférieur à ceux que j'ai trouvés comme rapports des volumes enveloppes des différents groupements de molécules au contact, j'ai conclu que le mercure solide avait ses molécules disposées de la façon suivante :

» Dans une couche horizontale elles sont tangentes, de telle façon qu'en en prenant quatre, par exemple, leurs centres se trouvent aux sommets d'un carré de côté égal au diamètre. Dans les couches supérieures ou inférieures, elles sont disposées de la même façon, mais chacune d'elles est tangente à quatre de la couche en contact, ce qui explique la forme octaédrique des cristaux du mercure. On connaît donc la contraction moléculaire, quand la solidification a lieu. Il est facile alors de chercher le travail effectué pendant la transformation. Je trouve comme valeur de son équivalent calorifique $2^{\text{Cal}},836$ (1).

» Person a trouvé, dans ses expériences, le nombre 2,8. »

PHYSIQUE. — *Études actinométriques*. Note de M. E. **Duclaux**, présentée par M. Pasteur.

« Les physiciens sont depuis longtemps à la recherche d'un bon procédé de mesure de l'action chimique des rayons solaires, qui ne subisse pas

(1) La théorie complète se trouve aux *Comptes rendus du Congrès de Nancy*.

l'influence de l'effet calorifique, superposé d'ordinaire à l'effet actinique. J'avais pensé à utiliser pour cela la combustion solaire des solutions étendues d'acide oxalique, combustion découverte par Wittstein, étudiée depuis par M. Downes, et qui, en transformant l'acide oxalique en acide carbonique, amène une diminution d'acidité facile à mesurer par un titrage à l'eau de chaux.

» Je me suis assuré que l'élévation de température amenée par l'exposition au soleil n'a aucune influence sur ce phénomène, qui est uniquement dû à l'action des rayons chimiques et lumineux. Comme, d'un autre côté, la liqueur est et reste incolore et limpide, et semble ainsi, au moins à première vue, ne pas choisir dans les radiations qui la traversent, il y avait chance qu'elle permît de saisir et de mesurer l'effet purement actinique.

» Comme cette combustion exige le concours de l'oxygène de l'air, elle met en jeu des questions de surface au volume qu'on élimine aisément par l'emploi de vases plats dans lesquels on introduit toujours la même quantité de liquide. On élimine de même l'influence, très marquée, de la concentration de la solution d'acide oxalique en opérant sur une liqueur étendue, à 3^{gr} par litre par exemple, ce qui n'est ni trop ni trop peu, et donne un réactif très sensible.

» Moyennant ces précautions, les résultats ont une grande constance. Deux ou plusieurs vases pareils exposés côte à côte, pendant le même temps, au soleil, ont subi à la fin de la journée la même diminution de titre, et les variations d'un jour à l'autre sont visiblement en rapport avec le caractère nuageux, brumeux ou lumineux de la journée.

» Mais ici se manifeste une influence singulière. Une solution d'acide oxalique un peu vieille, faite par exemple depuis deux mois, et conservée pendant ce temps à une lumière très faible ou à l'obscurité d'une cave, ne se comporte pas du tout au soleil comme une solution de même titre faite au moment même. Elle est beaucoup plus sensible, et donne à la fin du jour une diminution de titre beaucoup plus marquée. Puis la liqueur la plus récente regagne peu à peu l'avance prise par l'autre, et au bout d'un mois, d'un mois et demi, de deux mois, les deux liqueurs marchent du même pas.

» Bien qu'aucune différence appréciable ne les sépare, une vieille et une jeune liqueur n'ont donc pas la même constitution moléculaire, et ce fait, dont je ne recherche pas en ce moment la cause, est évidemment à rapprocher de l'augmentation de sensibilité que prennent les collodions en

vieillissant; mais, avec l'acide oxalique, le phénomène est plus net, plus facile à mesurer, et plus intéressant au point de vue théorique.

» Pour la pratique actinométrique, il ne constitue pas une difficulté nouvelle. On peut communiquer en quelques heures cette sensibilité maximum aux solutions récentes, en les exposant à la lumière du soleil. Une liqueur concentrée et sensibilisée soit par un long repos, soit par l'insolation, transmet d'ailleurs sa sensibilité aux liqueurs diluées qu'on prépare avec elle, ce qui, au point de vue théorique, semble indiquer que la modification se fait dans la molécule d'acide oxalique, et non dans l'eau; ce qui, au point de vue pratique, permet, avec une liqueur mère, d'avoir toujours des solutions actinométriques de même sensibilité.

» Ces questions d'exécution éliminées, il nous reste à nous demander quelle est la valeur théorique du procédé. La quantité d'acide oxalique brûlée dans un jour, toutes choses égales d'ailleurs, représente-t-elle la somme des effets actiniques des diverses heures de la journée? S'il en est ainsi, nous devons retrouver la même quantité d'acide brûlée dans une capsule laissée toute la journée au soleil, et dans l'ensemble d'une série de capsules dont chacune aurait été exposée une heure ou deux heures à côté de la première et aurait été enlevée pour faire place à une autre.

» L'expérience montre qu'il n'en est jamais ainsi. Le total des quantités d'acide brûlées dans les capsules insolées une heure chacune est insignifiant au regard de celles qu'on trouve brûlées dans la capsule qui a passé la journée au soleil. La différence est variable d'une journée à l'autre. Elle diminue un peu quand on porte à deux heures le temps du minimum d'exposition, encore plus quand on le porte à trois heures, à quatre; mais elle ne disparaît jamais complètement. Il y a donc un *temps mort* au commencement de la combustion, et ce temps mort est à son tour comparable à celui que l'on constate dans toutes les opérations photographiques, qu'il s'agisse d'impressions lumineuses, de développement des clichés ou de tirage de positifs. A y regarder de près, ce temps mort existe au début de toutes les actions chimiques, même les plus intenses, et c'est lui que MM. Bunsen et Roscoë ont étudié sous le nom d'*induction photochimique* dans l'action du chlore sur l'hydrogène.

» Avec l'acide oxalique, son étude est beaucoup plus facile. Dans une prochaine Communication j'étudierai ses rapports avec la sensibilisation du liquide, telle que je l'ai définie plus haut. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Nouveau procédé de dosage volumétrique du zinc en poudre (gris d'ardoise de la Vieille-Montagne).* Note de M. **Frédéric Weil.**

« Mes procédés de dosage volumétrique du cuivre, à l'aide de l'acide chlorhydrique en très grand excès et du protochlorure d'étain, que j'ai déjà appliqués aux titrages rapides et exacts de l'antimoine, du fer, du soufre des sulfures, du sucre et de la glucose, m'ont conduit à titrer d'une façon analogue, avec rapidité et la plus grande exactitude, le zinc métallique dans le zinc en poudre et même dans le zinc en grenailles.

» On prépare une liqueur de cuivre, dont 10^{cc} renferment $0^{gr},1$ de cuivre pur. A cet effet, on dessèche dans une capsule de porcelaine du nitrate de cuivre pur, dont on achève la calcination complète dans un creuset de platine, sur un brûleur à gaz. On laisse refroidir dans un dessiccateur l'oxyde de cuivre pur ainsi obtenu, et on en pèse $12^{gr},519$ que l'on dissout à chaud dans un léger excès d'acide chlorhydrique pur. Le volume est ensuite porté avec de l'eau distillée, dans un vase gradué, au volume de 1^{lit}. On agite, et l'on a ainsi une solution normale, dont 10^{cc} renferment exactement $0^{gr},1$ de cuivre métallique pur.

» Au moyen d'une pipette, on verse 50^{cc} de cette liqueur dans une capsule en porcelaine. On neutralise au moyen de l'ammoniaque cette solution acide jusqu'à formation d'un léger trouble, persistant à l'agitation, formé d'un peu d'oxyde de cuivre hydraté en suspension. A ce moment, la liqueur doit encore présenter une faible réaction acide. On fait tomber ensuite au fond de la capsule renfermant cette solution la prise d'essai de $0^{gr},4$ de zinc en poudre et l'on recouvre ce petit tas d'un fil de platine, roulé à sa partie inférieure en spirale plate, et dont la tige montante sort du bain pour permettre de remuer de temps en temps.

» Le zinc précipite du cuivre, équivalent pour équivalent. L'opération, à la température ordinaire, ne dure pas plus d'une heure, mais dix minutes seulement, si l'on opère dans une capsule en platine.

» La fin de la réaction est indiquée exactement par un témoin en fil de platine, avec lequel on touche la poudre au fond de la capsule. S'il restait encore du zinc non dissous, le témoin se couvrirait instantanément d'un léger enduit noir ou rouge. Si, au contraire, le témoin en platine reste blanc brillant, tout le zinc est dissous et l'opération terminée.

» On retire alors le fil de platine, on le lave à la pissette et l'on verse dans la capsule, goutte à goutte, un peu d'acide acétique pour rendre limpide la liqueur au fond de laquelle se trouve le cuivre réduit. La solution surnageante est décantée dans un vase gradué à 100^{cc} ou 200^{cc}. On lave suffisamment à l'eau distillée la capsule et le cuivre. On ajoute les eaux de lavage décantées à la liqueur principale et l'on complète le volume à 100^{cc} ou 200^{cc}. On agite et on laisse déposer au besoin quelques minutes.

» 10^{cc} de cette liqueur limpide sont introduits dans un petit matras en verre blanc. On y ajoute deux à trois fois son volume d'acide chlorhydrique pur et l'on titre à l'ébullition jusqu'à décoloration complète, avec une solution de protochlorure d'étain dont on a fixé le titre sur une solution étendue de cuivre renfermant $0^{gr},04$ de cuivre pur par 10^{cc}.

» Le résultat obtenu indique la quantité de cuivre en excès dans la solution. En la défalquant des $0^{gr},5$ de cuivre employé, on obtient le poids du cuivre précipité par la prise d'essai de zinc. En le multipliant par le coefficient 1,0236

$$\left(\frac{Zn = 32,5}{Cu = 31,75} = 1,0236\right),$$

on obtient la quantité de zinc métallique renfermée dans $0^{gr},4$ du zinc en poudre et l'on en déduit la teneur centésimale.

» J'ai analysé par ce procédé un échantillon de zinc en poudre (gris d'ardoise de la Vieille-Montagne) : 100^{gr} de zinc en poudre ont donné $65^{gr},3$ de zinc pur.

» La même poudre analysée par l'excellent procédé Frésénius (dosage de l'hydrogène dégagé), procédé très exact et très élégant, mais exigeant des soins minutieux et des appareils compliqués, a donné le même résultat. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des alcools sur le protochlorure d'or et de phosphore*. Note de M. L. **Lindet**, présentée par M. Debray.

« L'action des alcools sur le protochlorure d'or et de phosphore donne naissance à de nombreux composés organiques, renfermant toujours une molécule de protochlorure d'or. L'examen que j'ai fait de ces composés m'a permis de les considérer comme des éthers dérivant d'un acide, dont la constitution serait représentée par la formule Au^2Cl, PhH^3O^6, et qui serait l'acide chlauroso-phosphoreux.

» Je décrirai dans cette Note le mode de préparation et les propriétés de deux éthers chlauroso-phosphoreux, l'éther éthylique et l'éther méthylique.

» I. *L'éther chlauroso-triéthylphosphoreux*, $Au^2Cl, Ph(C^4H^5)^3O^6$, est liquide; il se solidifie vers -10° en une masse blanche cristalline; il n'est pas volatil; stable à la température ordinaire, il ne commence à se décomposer que vers 100°; sa densité est relativement faible et n'atteint que 2,025.

» Pour préparer ce composé, on fait tomber dans l'alcool absolu des cristaux secs de protochlorure d'or et de phosphore, qui s'y dissolvent instantanément. La liqueur est additionnée d'eau et l'on voit se précipiter

une huile dense, qui constitue l'éther chlauroso-triéthylphosphoreux, et qu'il est facile de recueillir au moyen d'un entonnoir à robinet.

» On détermine aisément la composition du produit, en le dissolvant dans la potasse et en évaporant à sec, à 100°, la solution alcaline; dans ces conditions, l'or est réduit, on reprend la masse par l'eau et l'on recueille l'or sur un filtre; dans la liqueur filtrée, on dose le chlore, puis le phosphore. Une analyse élémentaire complète les résultats, qui sont conformes à la formule $Au^2Cl, Ph(C^4H^5)^3O^6$.

	I.	II.	III.	IV.	Théorie.
Or	49,81	49,48	»	»	49,43
Chlore.........	9,05	8,55	»	»	8,91
Phosphore......	»	7,39	»	»	7,77
Carbone	»	»	17,75	18,34	18,06
Hydrogène	»	»	3,92	4,19	3,77
Oxygène	»	»	»	»	12,04

» Il me restait à démontrer que la constitution du composé précédent était bien celle que la formule ci-dessus représente, et j'ai, dans ce but, cherché à combiner directement l'éther triéthylphosphoreux avec le protochlorure d'or. J'ai préparé à cet effet de l'éther triéthylphosphoreux par la méthode de Railton (action du trichlorure de phosphore sur l'éthylate de soude, en présence de l'éther anhydre), et je l'ai mis en contact du protochlorure d'or. Le protochlorure d'or s'est en partie dissous, en formant une huile identique d'aspect avec l'éther chlauroso-triéthylphosphoreux. Je n'ai pu cependant amener cette huile à l'état de pureté et en faire une analyse exacte; elle se trouve en effet mélangée, non seulement d'un excès d'éther triéthylphosphoreux, mais encore de produits secondaires que je n'ai pu parvenir à séparer.

» D'ailleurs une méthode qui m'a servi également à préparer l'éther chlauroso-triéthylphosphoreux suffit, je crois, à indiquer quelle en est la constitution. Railton a montré que, si l'on fait tomber dans l'alcool absolu quelques gouttes de trichlorure de phosphore, on obtient une solution alcoolique d'éther triéthylphosphoreux, et j'ai pu moi-même constater que cette solution attaque le protochlorure d'or, le dissout, en donnant une liqueur incolore; cette liqueur, traitée par l'eau, fournit une huile insoluble que j'ai reconnue, par l'analyse, être le composé $Au^2Cl, Ph(C^4H^5)^3O^6$.

» L'éther chlauroso-triéthylphosphoreux est insoluble dans l'eau; il est soluble dans l'alcool, l'éther, la benzine.

» Il se dissout dans l'ammoniaque en formant un produit d'addition dont l'analyse conduit à la formule $Au^2Cl, Ph(C^4H^5)^3O^6 + 2AzH^3$. Ce produit,

que l'on obtient en évaporant à 40° une solution ammoniacale d'éther chlauroso-triéthylphosphoreux, est constitué par l'agglomération de petits cristaux, affectant la forme de feuilles de fougère; cette masse cristalline, légèrement déliquescente, est soluble dans l'eau, et l'on peut, par l'addition d'un acide, déterminer la précipitation de l'éther sous sa forme huileuse.

» L'éther est également soluble à froid dans la potasse, et là encore il est facile, à l'aide d'un acide, de le précipiter de sa solution alcaline; si l'on évapore au bain-marie, ou dans le vide à froid, cette même solution alcaline, on constate que, au moment où l'évaporation touche à sa fin, le composé huileux se sépare et se dépose au milieu des cristaux de potasse caustique. Si l'on ajoute de l'eau à ce mélange, le composé huileux se redissout. A 100°, l'action de la potasse est plus énergique; l'éther est décomposé en partie et il se forme du chlorure de potassium et de l'aurite de potasse; mais ce n'est qu'en évaporant à sec, à 100°, en présence de la potasse, que l'on peut décomposer entièrement l'éther $Au^2Cl, Ph(C^4H^5)^3O^6$. L'or se retrouve alors à l'état d'or réduit.

» Les alcools propylique, butylique, amylique donnent, avec le protochlorure d'or et de phosphore, des composés huileux et insolubles, d'aspect identique au composé dont il vient d'être question.

» II. *L'éther chlauroso-triméthylphosphoreux*, $Au^2Cl, Ph(C^2H^3)^3O^6$, se présente sous la forme de belles et fines aiguilles incolores, fusibles à 100°-101°. Il est légèrement altérable à l'air et, comme le précédent, il ne peut se volatiliser sans se décomposer.

» On obtient facilement cet éther en traitant les cristaux de protochlorure d'or et de phosphore par l'alcool méthylique pur et anhydre; l'alcool s'échauffe, dissout le protochlorure d'or et de phosphore, et laisse, par refroidissement, déposer les cristaux d'éther chlauroso-triméthylphosphoreux.

» Cet éther, analysé par les procédés qui ont été décrits plus haut, à propos du dérivé éthylique, fournit des nombres qui lui assignent la composition $Au^2Cl, Ph(C^2H^3)^3O^6$.

	I.	II.	III.	IV.	Théorie.
Or............	55,19	55,05	55,58	»	55,26
Chlore..........	»	10,07	9,42	»	9,96
Phosphore......	»	»	8,40	»	8,69
Carbone........	»	»	»	9,81	10,09
Hydrogène......	»	»	»	2,47	2,52
Oxygène........	»	»	»	»	13,46

» L'éther est insoluble dans l'eau; il se dissout, avec moins de facilité cependant que le composé précédent, dans l'alcool, l'éther, la benzine; il se dissout également dans l'alcool méthylique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les pétroles de Russie*. Note de M. **J.-A. Le Bel**, présentée par M. Friedel.

« Les travaux de MM. Beilstein et Kurbatow (*Berichte d. deutsch. Chem. Ges.*, t. XIII, p. 1818 et 2028; t. XIV, p. 1620) et ceux de MM. Markownikow, Milkowski et Oglobin (*ibid.*, t. XV, p. 733; t. XVI, p. 1873; t. XVIII, p. 186) ont attiré récemment l'attention des chimistes sur la composition spéciale des pétroles de Bakou. D'après ces auteurs, les pétroles de Pensylvanie eux-mêmes ne sont pas exclusivement composés des carbures saturés C^nH^{2n+2} comme on l'avait cru jusque-là et ils renferment, en petite proportion, il est vrai, des naphtènes C^nH^{2n} et des naphtylènes C^nH^{2n-2} qui constituent l'élément principal du pétrole de Bakou; le caractère saillant de ces corps est de ne point fixer le brome.

» Les pétroles russes ne sont pourtant point les premiers carbures non saturés que l'on ait signalés, car depuis longtemps déjà M. Boussingault avait reconnu (*Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. LXIV, p. 141) que l'asphalte liquide retiré des sables bitumineux de Pechelbronn, en Alsace, renfermait une partie volatile ayant la composition du térébenthène; mais ce corps n'avait pas attiré l'attention, parce qu'il n'existait pas en grandes masses; on lui attribuait la formule $C^{20}H^{32}$, ce qui tendait à le faire considérer comme dérivé de l'altération d'un bois résineux.

» Le pétrolène, tout comme les autres huiles naturelles, fournit une série de principes immédiats dont les plus volatils bouillent de 200° à 300°; la fraction 235°-245° renferme $C = 86,5$, $H = 13,4$.

» M. Boussingault a également montré que le pétrolène peut aussi s'extraire des calcaires asphaltiques de Lobsann; il existe donc en Alsace une région fournissant des carbures lourds très particuliers; dans les environs de Pechelbronn, elle touche presque à celle où l'on rencontre les carbures saturés. On n'a point observé de gisement renfermant des produits qui établiraient une transition. Le même phénomène se reproduit dans le Caucase, sur une échelle beaucoup plus vaste; car, déjà dans la province de Tiflis on rencontre des huiles vierges se rapprochant beaucoup de celles d'Amérique.

» J'ai eu l'occasion de constater également en Crimée ce fait de l'existence simultanée de pétroles légers à Béchévéli et de pétroles lourds dans des gisements voisins, à Tschungnelek. L'huile vierge de cette localité est surtout remarquable, car elle renferme les produits les plus riches en carbone que j'aie eus entre les mains. A l'état vierge, elle pèse 0,913 et fournit, au-dessous de 250°, un tiers d'huiles volatiles très denses.

» La fraction 235°-245° renferme C = 87,4, H = 12,5. Voici le Tableau des densités comparatives de fractions d'origine diverse à la même température :

Pensylvanie (Pelouze et Cahours).....	236°-240°	0,81
Bakou (Markownikow)..............	240-241	0,83
Pétrolène d'Alsace..................	235-245	0,86
Tschungnelek (Crimée)..............	235-245	0,89

On voit que les différences de densité sont bien plus fortes que celles en carbone; elles ne se maintiennent pas constantes quand le point d'ébullition s'abaisse, ainsi qu'il résulte du Tableau suivant :

Pensylvanie.......................	92°-94°	0,690
Bakou (par l'auteur)...............	90-95	0,738
Bakou (Milkowski)................	90-91	0,747
Tschungnelek à 0°.................	80-93	0,750
Hydrure de toluène................	96-97	0,758

» Ce Tableau montre que les parties volatiles de l'huile de Tschungnelek sont absolument semblables à celles des huiles de Bakou; les différences commencent à s'accentuer seulement vers 150°. On remarquera encore que la densité des essences russes se rapproche de celle de l'hydrure de toluène, ce qui a conduit MM. Beilstein et Kurbatow à admettre leur identité chimique. Cependant, les caractères des hydrures aromatiques sont fort mal définis et surtout d'ordre négatif; on pouvait donc se demander si les naphtènes russes n'appartenaient pas à une autre classe de corps, tels que la série du triméthylène par exemple, dont le premier terme est C^3H^6. Or, dans cette hypothèse, les pétroles russes doivent renfermer un terme C^5H^{10} bouillant entre 30° et 35°, et la densité de cette fraction, de même que celle des fractions supérieures, dépassera de 0,04 celle de la fraction correspondante du pétrole d'Amérique; si, au contraire, les naphtènes sont des hydrures aromatiques, le premier terme C^6H^{12} doit bouillir à 70° environ et les fractions inférieures, s'il y en a, ne peuvent contenir que des essences identiques à celles d'Amérique.

» Je me suis donc procuré de l'essence de Bakou, de la maison Nobel, qui a été soumise à trois séries de distillations dans des appareils à quinze plateaux. J'ai constaté, comme pour le pétrole américain, un maximum entre 30° et 35°

Cette fraction 30°-35° marque............	0,635
La partie qui passe à 30° marque..........	0,630
L'hydrure d'amyle, à 30°, marque.........	0,628

» Il en résulte que les fractions inférieures à 60° ont la même densité que le pétrole d'Amérique; ce résultat très net a été contrôlé par un autre fractionnement d'essence de Balakhani près Bakou, provenant de la distillerie de Fiume, qui m'a donné des chiffres absolument concordants. Les densités des diverses fractions ne commencent à différer notablement de celles des fractions analogues des pétroles d'Amérique qu'au-dessus de 60°.

» On peut conclure de là avec certitude que les fractions du pétrole russe volatiles au-dessous de 60° ne renferment plus de naphtènes, et ce fait confirme les conclusions de MM. Beilstein et Kurbatow, relatives à leur identité avec les hydrures de benzine. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les chaleurs de neutralisation des acides malique, citrique, et leurs dérivés pyrogénés. — Remarques sur les nombres obtenus.* Note de MM. **H. Gal** et **E. Werner**.

« Les résultats fournis par l'expérience ont été les suivants :

» 1° Dérivés de l'acide malique ayant pour formule : $C^4H^4O^4 = 116^{gr}$.

» (*a*) *Acide malique* : $C^4H^4O^4 = 116^{gr}$.

Chaleur de neutralisation :

$C^4H^4O^4(32^{lit})$	$+ 1^{er}\ \frac{Na^2O}{2}\ (4^{lit})$	Cal $+13,295$	vers 20°
	$+ 2^e\ \frac{Na^2O}{2}$	$+13,325$	
		S $+26,620$	
$C^4H^4O^4$	$+ \frac{Na^2O}{2}$	$+26,648$	vers 20°

Chaleur de dissolution :

Directement $C^4H^4O^4 + 860\ H^2O$ ...... $-\ 4,438$ vers 20°

» (*a*) *Acide fumarique :* $C^4H^4O^4 = 116^{gr}$.

$C^4H^4O^4$ (32^{lit}) + 1er $\frac{Na^2O}{2}$ (4^{lit}).......	+ $13,226^{Cal}$	vers 19°
+ 2^e $\frac{Na^2O}{2}$...........	+ 13,373	
	S + 26,599	

Chaleur de dissolution :

Indirectement.......................	— 5,901

» 2° Dérivés de l'acide citrique ; formule générale : $C^5H^6O^4 = 130^{gr}$.

» (*b*) *Acide citraconique.*

$C^5H^6O^4$ (16^{lit}) + 1er $\frac{Na^2O}{2}$ (2^{lit}).......	+ $13,765^{Cal}$	vers 20°
+ 2^e $\frac{Na^2O}{2}$............	+ 13,258	
	S + 27,023	
$C^5H^6O^4$ + 2 $\frac{Na^2O}{2}$............	+ 27,082	vers 20°

Chaleur de dissolution :

$C^5H^6O^4$ + 700 H^2O..................	— 2,793	vers 19°

» (*b*) *Acide mésaconique.*

$C^5H^6O^4$ + 1er $\frac{Na^2O}{2}$ (4^{lit}).............	+ 13,655	vers 19°
+ 2^e $\frac{Na^2O}{2}$.................	+ 13,612	
	S + 27,267	
$C^4H^6O^4$ + 2^e $\frac{Na^2O}{2}$.................	+ 27,334	vers 19°

Chaleur de dissolution :

$C^5H^6O^4$ — 3^{gr} + (500^{cc}) H^2O...........	— 5,493	vers 19°

» (*c*) *Acide itaconique.*

Neutralisation :

$C^5H^6O^4$ (16^{lit}) + 1er $\frac{Na^2O}{2}$ (2^{lit})........	+ $12,800^{Cal}$	vers 20°
+ 2^e $\frac{Na^2O}{2}$............	+ 12,895	
	S + 25,695	
$C^5H^6O^4$ + 2^e $\frac{Na^2O}{2}$............	+ 25,725	vers 20°

Dissolution :

Directement $C^5H^6O^4 + 700\,H^2O$ .... — 5,923 vers 20°

» En tenant compte des nombres déjà obtenus par MM. Berthelot et Louguinine, pour l'acide citrique, et par nous-mêmes, pour l'acide malique, on pourra dresser le Tableau suivant :

Acide malique : $C^4H^6O^5$.

$C^2H^3(OH)\langle$ CO^2H .... 12,7 (Cal)
$\quad\quad\quad\quad\;\;$ CO^2H 12,1

24,8 = 12^Cal^,4 × 2

Dérivés pyrogénés............ $C^4H^4O^4 = C^4H^6O^5 - H^2O$

Acide maléique.

(?) $CH^2\text{-}CO^2H$ / $=C\;\;\text{-}CO^2H$

13,295 (Cal)
13,325

26,620 = 13^Cal^,310 × 2

Acide fumarique.

(?) $CH\text{-}CO^2H$ ‖ $CH\text{-}CO^2H$

13,226 (Cal)
13,373

26,599 = 13^Cal^,299 × 2

Acide citrique : $C^6H^8O^7$.

$CH^2\;\;\text{-}CO^2H$ .... 12,6 (Cal)
$C(OH)\text{-}CO^2H$ 12,8
$CH^2\;\;\text{-}CO^2H$ 13,2

38,6 = 12^Cal^,8 × 3

Dérivés pyrogénés..... $C^5H^6O^4 = C^6H^8O^7 - CO^2H^2O$

Acide citraconique.

CH^3 / (?) $CH\text{-}CO^2H$ / $=C\;\;\text{-}CO^2H$

13,765 (Cal)
13,258

27,023 = 13^Cal^,511 × 2

Acide mésaconique.

CH^2 / (?) $C\;\;\text{-}CO^2H$ ‖ $CH\text{-}CO^2H$

13,655 (Cal)
13,612

27,267 = 13^Cal^,633 × 2

Acide itaconique.

$CH^2\text{-}CO^2H$ / (?) $CH\;\text{-}CO^2H$ / $=CH$

12,800 (Cal)
12,895

25,695 = 12^Cal^,837 × 2

» Il résulte de ces nombres que la chaleur totale de neutralisation des acides pyrogénés (l'acide itaconique excepté) est supérieure à celle des acides générateurs de deux Calories environ. Nous voyons donc ici une relation

analogue à celle déjà observée [1] entre les acides monobasiques et les acides-alcools correspondants. Du reste, les acides pyrogénés dérivant de l'acide malique par l'élimination de H^2O et de l'acide citrique par l'élimination de $H^2O + CO^2$ ne contiennent plus le groupe OH. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur certaines corrélations entre les modifications qu'éprouvent des espèces de genres différents, soumises aux mêmes influences.* Note de M. **Fontannes**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Comment les modifications de milieu agissent-elles sur les faunes malacologiques pour les transformer plus ou moins complètement? Pourquoi tel changement dans les conditions de l'habitat semble-t-il lié plus particulièrement à telle altération dans les coquilles des animaux qui subissent son influence? C'est ce que, dans bien des cas, il serait impossible de préciser. Aussi n'est-il pas inutile de recueillir les observations qui peuvent éclairer cette question.

» Parmi les causes qui agissent, on peut distinguer les causes générales, c'est-à-dire celles dont l'influence s'exerce sur toute une faune, et les causes restreintes, qui se manifestent seulement sur un petit nombre de genres ou de familles.

» Comme manifestation des premières, je citerai, d'après des observations personnelles, le faciès particulier de la faune pliocène du golfe ou fiord de Saint-Ariès (vallée du Rhône). Les espèces, surtout chez les Gastéropodes, sont généralement plus petites, un peu plus trapues que leurs analogues du subapennin de l'Italie qui vivaient sur le bord d'une mer largement ouverte. Des divergences semblables s'observent entre les individus tortoniens et les individus plaisanciens ou astiens d'une même espèce. Mais ces causes générales, auxquelles on doit attribuer le plus ou moins d'épaisseur, de développement de la coquille, l'accentuation ou l'atténuation des accidents qui en ornent la surface (varices, épines, tubercules, etc.), ne sont pas de celles sur lesquelles il est besoin d'appeler l'attention des naturalistes.

» Il n'en est pas de même d'autres influences dont le cercle d'action paraît plus restreint; elles ont, le plus souvent, échappé à l'analyse. Les faunes des eaux saumâtres, celles, par exemple, de cette époque de tran-

---

[1] H. Gal et E. Werner, *Comptes rendus*, séance du 2 novembre 1886.

sition entre le miocène et le pliocène qui vit se former dans l'Europe méridionale et orientale les dépôts sarmatiques (couches à Cérithes) et pontiques (couches à Congéries), fournissent à cet égard de nombreux sujets d'observation. Il est peu de faunes, en effet, qui, sur une étendue aussi considérable, témoignent d'une constance aussi grande dans leur composition générique, et dans lesquelles l'espèce soit douée d'un polymorphisme aussi capricieux. Ceci est surtout vrai pour les couches à Cérithes, dont les types caractéristiques, réduits à un nombre relativement minime, font preuve d'une étonnante plasticité.

» R. Hœrnes (1), en 1874, a déjà signalé, parmi les modifications que présentent les coquilles de ces formations, une corrélation remarquable en ceci, qu'elle est fournie par trois genres très distincts, les genres *Dreissensia* ou *Congeria*, *Cardium* et *Mactra*. Cet auteur a noté que, dans la partie supérieure des couches sarmatiques de la Bessarabie, le sinus palléal chez le *Mactra podolica* (var. *fabreana*, d'Orb.) se développait notablement, en même temps qu'apparaissait un sinus palléal chez certains *Dreissensia* et *Cardium*.

» L'étude des faunes des terrains néogènes de la Roumanie, à laquelle j'ai pu me livrer récemment, grâce à d'importantes communications de M. le professeur G. Stefanescu, directeur du Musée de Bucharest (2), m'a mis à même de constater un certain nombre d'autres corrélations.

» Ainsi les *Tapes* et les *Mactra* que j'ai eus entre les mains montrent de grandes tendances à se modifier dans un même sens. Les divergences qui distinguent le *Mactra Stefanescui*, recueilli à Ciuperceni (*Ind.* Gorjiu), des autres Mactres de cet horizon, sont sensiblement les mêmes que celles que j'ai reconnues entre le type du *Tapes gregaria* et une variété nouvelle trouvée à Rimnicu (var. *rimnicensis*); l'analogie est surtout frappante dans la disposition et les proportions du bord cardinal (3).

» Mais l'exemple le plus curieux que l'on puisse citer des corrélations de cet ordre est fourni par la comparaison des types d'*Unio* et de *Limnocardium* que j'ai fait figurer dans le même Ouvrage (*Pl. II, fig.* 9 et 13 : *Unio Bielzi*, Czékélius et *Limnocardium cucestiense* Font.). L'un et l'autre

(1) *Die Fauna der sarmatischen Ablagerungen von Kischineff in Bessarabien* (*Jahrb. der k. k. geol. Reichsanst.*, t. XXIV, p. 41).

(2) *Contribution à la faune malacologique des terrains néogènes de la Roumanie* (*Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon*, t. IV, 1886).

(3) Voir *Op. cit.*, *Pl. I, fig.* 10, 11, 12.

proviennent, d'après les indications de M. Stenafescu, des dépôts levantins (couches à Paludines). Le premier a été recueilli à Crusita (*Ind.* Doljiu); il se retrouve sans doute, avec quelques modifications, dans le bassin tertiaire de la Slavonie. Le second a été rencontré à Cucestii (*Ind.* Vilcea) et m'a paru identique avec une espèce des couches à Congéries du bassin du Rhône.

» Ces deux espèces, qui se rattachent à des genres dont la forme typique est si différente, semblent converger vers des facies analogues par l'atténuation des divergences qui les séparent et l'exagération de tendances identiques. On dirait que les animaux qui les habitaient subissaient les mêmes lois, qu'ils étaient *homonomes*. Outre le contour général qui, chez l'*Unio Bielzi*, est très particulier, les caractères qui, par le parallélisme de leur développement anormal, méritent le plus l'attention sont ceux des crochets et de la charnière. Chez l'*Unio*, de même que chez le *Limnocardium* (*Psilodon* ou *Prosodacna*), les crochets sont extrêmement épais, très proéminents, fortement recourbés et très inclinés en avant; quant à la charnière, elle est surtout remarquable chez ces deux types par la grosseur et la saillie de la dent antérieure, dont le grand axe devient presque horizontal [1].

» Il me paraît difficile de ne voir dans ces corrélations qu'un hasard qui aurait produit simultanément ces altérations similaires de deux types dont l'apparition remonte bien haut dans l'histoire de la vie et qui ont traversé des périodes immenses sans présenter des aberrations aussi extrêmes. »

---

[1] Il n'est pas sans intérêt de rappeler ici que M. le professeur Capellini a fait connaître, sous le nom d'*Uniocardium*, un genre qui lui a paru intermédiaire entre les *Unio* et les *Cardium*. Ce nouveau type a été rencontré dans les couches à Congéries de l'Italie centrale, au-dessous de la zone à *Melanopsis impressa*, c'est-à-dire à un niveau au moins très voisin de celui qui a fourni en Roumanie l'*Unio Bielzi* et le *Limnocardium cucestiense* (*Gli strati a Congerie nella prov. di Pisa*, etc.; p. 45). C'est aussi un dépôt appartenant à ce même ensemble qui a livré le genre intermédiaire entre les *Dreissensia* et les *Modiola*, auquel M. Th. Fuchs a donné le nom de *Dreissensmya*.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur un genre nouveau de Copépode parasite.* Note de M. EUGÈNE CANU.

« Le Copépode nouveau qui fait l'objet de cette Note ([1]) est parasite des Synascidies. Je l'ai trouvé en grande abondance dans le *Morchellium argus* (Milne-Edwards) que l'on peut recueillir à Wimereux sur les rochers de Croÿ et de la Poïnte à Zoie. La femelle adulte m'est seule connue : elle habite la cavité de la tunique commune du *Morchellium*. Un seul cormus nourrit souvent plusieurs de ces parasites.

» De tous les Copépodes qui vivent dans les Synascidies, l'espèce qui nous occupe est l'une des formes les plus faciles à recueillir et à distinguer. En effet, pour la récolter, il n'est point nécessaire de disséquer soigneusement sous la loupe la colonie qui l'abrite; grâce à la transparence de la tunique, on voit facilement le parasite qui se détache en blanc rosé sur le fond rouge de l'Ascidie composée : il se meut à la façon d'un ver entre les ascidiozoïdes.

» L'organisation toute spéciale du parasite de *Morchellum* dérive nettement de son mode de vie. La cavité de la tunique commune est close de toutes parts et remplie par un liquide; le Copépode baigne dans ce liquide, il ne reçoit pas du dehors l'alimentation nécessaire à son existence et doit vivre aux dépens du milieu dans lequel il se trouve. Un état parasitaire aussi nettement tranché n'a pas encore été signalé pour les animaux de ce groupe qui vivent dans les Tuniciers; aussi trouvons-nous chez ce Copépode une dégradation organique très accentuée.

» L'état de réduction de l'armature buccale constitue le caractère le plus saillant de cette espèce. Il n'y a en effet ni mandibules ni maxilles; la première paire de maxillipèdes fait également défaut. En arrière de la bouche, se trouvent deux appendices triarticulés que je considère comme les maxillipèdes de la seconde paire en raison de leur position et des analogies qu'ils présentent avec les maxillipèdes postérieurs de *Kosmechthrus notopus* et de *Lichomolgus*. Ces maxillipèdes sont terminés par une courte griffe, ils sont totalement déviés de leur rôle primitif et concourent, ainsi que les pattes thoraciques, à la locomotion de l'animal.

» Le parasite du *Marchellium* n'appartient à aucun genre connu; pour indiquer l'absence complète des organes masticateurs qui arment la

---

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de Zoologie maritime de Wimereux.

bouche des Copépodes normaux, j'établis le genre *Aplostoma*. Pour la dénomination spécifique, j'utilise le caractère fourni par la brièveté de l'abdomen : le type nouveau s'appellera donc *Aplostoma brevicauda*.

» La femelle adulte d'*Aplostoma brevicauda* est à peu près cylindrique; sa longueur atteint $1^{mm},5$ dans l'état d'extension. Le corps compte neuf anneaux, dont le premier forme la tête; les quatre suivants constituent le thorax, et les autres l'abdomen. Le dernier anneau abdominal porte sur les côtés de sa face postérieure les deux pièces de la *furca*.

» Les antennes de la première paire sont formées de trois articles porteurs de soies triangulaires; celles de la seconde paire, biarticulées, montrent sur la face antérieure et du côté ventral quatre griffes recourbées, qui leur permettent de jouer un rôle très actif dans la locomotion. L'œil unique est formé de trois lentilles, revêtues intérieurement d'un pigment rouge très vif.

» Les anneaux du thorax portent tous sur leur face ventrale une paire de pattes biramées, très réduites. Ces pattes montrent une région basilaire simple, sur laquelle s'insèrent deux rames qui ne sont point segmentées. La rame externe, lamelleuse et transparente, est formée par un simple repli de la peau. La rame interne est plus solide et porte à son bord intérieur de fortes épines recourbées, qui sont au nombre de quatre dans les pattes de la première paire, de trois seulement dans les autres.

» Le quatrième anneau du thorax est plus large que les autres, il équivaut aux quatrième et cinquième somites thoraciques réunis. Sur les côtés de la face dorsale, on voit une paire de mamelons cylindro-coniques qui portent à leur extrémité deux soies effilées, infléchies vers la partie postérieure du corps; ce sont les restes des appendices du cinquième somite thoracique, comme le prouve leur ressemblance avec les pattes thoraciques de la cinquième paire, que Della Valle a décrites chez le *Kosmechthrus notopus*.

» Les ouvertures génitales sont situées sur le premier anneau abdominal, leur position est latéro-dorsale. La femelle adulte d'*Aplostoma brevicauda* porte généralement deux cordons ovigères, de forme cylindrique et de couleur rose, qui sont presque aussi longs que le corps de l'animal.

» Parmi les Copépodes signalés dans les Ascidies, le *Cryptopodus flavus*, décrit par M. Hesse, est celui qui se rapproche le plus de l'*Aplostoma;* toutefois, par ses pattes simples et pluriarticulées, par ses deux paires d'appendices buccaux, le Crustacé de la rade de Brest diffère nettement du parasite de *Morchellium argus*.

» La position systématique du genre *Aplostoma* est loin d'être fixée. Par quelques-uns de ses caractères, il se rapproche du genre *Enterocola* (V. Ben.); citons notamment la réduction considérable de la région abdominale et la remarquable modification qu'ont subie, chez les femelles, les appendices du cinquième somite thoracique. Cependant, par la forme des appendices du thorax, ainsi que par la forme et la taille des appendices du cinquième somite thoracique, ces genres diffèrent suffisamment entre eux pour constituer deux types distincts parmi les Copépodes parasites des Synascidies. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur les formations anomales des Ménispermées.* Note de M. **Gérard**, présentée par M. Duchartre.

« On sait depuis longtemps que certaines Ménispermées présentent dans leur tige et dans leur racine une anomalie semblable résultant de la formation, à l'extérieur du liber ordinaire, de faisceaux libéro-ligneux disposés soit en anneaux concentriques à la moelle, soit en arcs superposés sans régularité.

» On a beaucoup écrit sur ces anomalies, mais, à notre avis du moins, aucune des explications données pour en éclairer l'origine n'est entièrement satisfaisante. M. Lacroix, préparateur du cours de matière médicale à l'École de Pharmacie de Paris, ayant eu la bonne fortune de recevoir de M. G. Ménier, le grand industriel bien connu, deux lianes entières, appartenant à cette famille des Ménispermées : l'*Abuta rufescens* Aubl., et le *Cocculus platyphylla* Saint-Hil., j'ai profité de cette occasion unique pour reprendre l'étude des anomalies que présentent ces plantes.

» Toutes les erreurs proviennent de ce que l'on a toujours supposé les faits plus compliqués qu'ils ne le sont en réalité. Les conclusions de nos recherches peuvent se résumer en quelques mots : *les productions anomales des Ménispermées sont tertiaires; elles se développent dans un parenchyme secondaire (provenant de l'endoderme dans la tige, du péricambium dans la racine) dont les assises se transforment successivement et de dedans en dehors en cambiums.*

» La tige conserve le faciès dicotylédone jusqu'au moment où l'endoderme se conformant en méristème centrifuge, produit assez rapidement cinq ou six rangées de cellules à paroi mince. L'activité de ce méristème diminue ensuite; elle ne cesse pas cependant et l'épaisseur du parenchyme

cortical secondaire, qui en provient, va s'accroissant sans cesse, mais d'une façon extrêmement lente, il est vrai. Peu après l'apparition de ce parenchyme secondaire, la couche la plus interne de celui-ci se transforme en un cambium à jeu double qui, d'abord, donne uniquement naissance à du sclérenchyme par ses deux faces; mais le sclérenchyme externe est tout particulier; ses cellules ont des parois fort épaisses et tranchent par leur coloration jaune vif sur le reste des éléments du végétal. Ce cambium modifie ensuite en certains points son pouvoir générateur et produit là des faisceaux libéro-ligneux tertiaires qui, en raison de leur origine, sont constamment séparés les uns des autres par des lames de sclérenchyme jouant le rôle de rayons médullaires. Après quelque temps, la seconde assise du parenchyme cortical secondaire, repoussée vers l'extérieur par les formations tertiaires précédentes, entre en jeu à son tour et, se comportant en tout comme la première, ajoute un second anneau d'éléments tertiaires au premier. La troisième assise du parenchyme secondaire évolue plus tard, et ainsi de suite : le nombre des couches anomales va s'accroissant avec le temps.

» La racine perd de très bonne heure son cylindre cortical par l'action du péricambium, qui engendre à la fois un suber peu considérable et un parenchyme cortical secondaire fort puissant. Les assises les plus internes de ce parenchyme se sclérifient et entourent les formations libéro-ligneuses ordinaires d'un anneau résistant. Tout au contraire, les assises externes conservent des parois minces et se prêtent ainsi à la formation de cambiums extraordinaires qui se comportent en somme comme ceux de la tige, avec cette différence qu'ils ont plus de tendance à se localiser dans certaines régions pour y former des arcs superposés et non des anneaux.

» Nous ferons remarquer, en terminant, que le nombre des couches anomales est illimité chez les Ménispermées, puisque le parenchyme secondaire producteur des cambiums extraordinaires se trouve régénéré par sa face externe en même temps qu'il est utilisé par sa face interne. »

VITICULTURE. — *Observations sur le plâtrage des vendanges.*
Note de M. A. Audoynaud.

« Dans le midi de la France et de l'Europe, l'usage d'ajouter du plâtre à la vendange au moment de la mise en cuve est extrêmement ancien; de l'avis des viticulteurs les plus instruits de ces régions, ce plâtrage des vendanges donne au vin plus de couleur et de brillant; il en assure la conservation.

» Quand on broie un peu de plâtre dans du moût de raisins, on voit immédiatement celui-ci prendre une coloration plus intense. On a une explication très rationnelle de ce fait, dans la mise en liberté d'une partie de l'acide tartrique du bitartrate de potasse que le moût renferme. Mais cette réaction chimique du plâtre n'explique pas la conservation plus grande du vin qui provient des moûts plâtrés.

» L'an dernier, j'ai soupçonné la raison de cette influence du sulfate de chaux, en suivant la fermentation de vendanges plâtrées et non plâtrées. Cette année, des expériences de laboratoire ont achevé de me convaincre que le plâtre, sinon toujours, au moins dans bien des cas, doit contribuer à la conservation du vin.

» Quand on suit la fermentation des deux sortes de moûts, on s'aperçoit très vite, en mesurant chaque jour l'acide carbonique dégagé, que la présence du plâtre donne un surcroît d'activité au ferment du vin. Dans les moûts plâtrés, cette activité du ferment atteint un maximum plus tôt que dans les moûts non plâtrés, et ce maximum est plus élevé; de telle sorte que la fermentation est presque achevée en quelques jours pour les premiers, et se prolonge parfois très longtemps dans les seconds.

» Mes expériences ont porté surtout sur des moûts de Jacquez et d'Aramon; les poids de vendanges ont varié de $2^{kg},5$ à $4^{kg},5$; le poids de plâtre ajouté était partout de $2^{gr},5$ par kilogramme de vendanges. On recueillait tous les jours l'acide carbonique dégagé, par les tubes abducteurs dont les flacons étaient munis; mais, le maximum atteint et dépassé, on remplaçait les tubes conducteurs par des tubes en S contenant un peu d'eau et l'on se contentait de compter de loin en loin les nombres de bulles s'échappant dans un temps donné.

» *Première expérience, du* 15 *au* 30 *septembre* 1886 (tempér. moy. 21°). — En rapportant tous les nombres à 1^{kg} de vendanges, on a trouvé :

» Jacquez plâtré, max. $8^{lit},5$ le 20 au matin; fermentation presque achevée le 25.

» Jacquez sans plâtre, max. $5^{lit},7$ le 20 au soir; fermentation encore très active le 30.

» Aramon plâtré, max. $8^{lit},4$ le 20 au matin; fermentation presque achevée le 26.

» Aramon sans plâtre, max. $5^{lit},6$ le 20 au soir; fermentation encore très active le 30.

» Une autre expérience, sur Aramon seulement, a été suivie du 21 septembre au 5 octobre; température moyenne 21° :

» Aramon avec plâtre, max. $6^{lit},7$ le 24 septembre; fermentation presque terminée le 5 octobre.

» Aramon sans plâtre, max. $5^{lit},7$ le 25 septembre; fermentation encore très active le 5 octobre.

» On a fait aussi des expériences analogues dans des éprouvettes graduées, sur la cuve à mercure, avec de petites quantités de moût. En voici une du 5 au 10 octobre, par une température assez basse (16° en moyenne); 8^{gr} de moût; au troisième jour on avait :

Pour l'Aramon plâtré	21^{cc} de CO^2
Pour l'Aramon sans plâtre	5^{cc} de CO^2

» Il n'était guère possible de penser que l'excès d'acidité de la liqueur fût la cause de cette plus grande activité du ferment, car on sait que, dans une fermentation régulière, l'activité du moût diminue à mesure que la fermentation s'accentue (Berthelot). Cependant, j'ai voulu m'en assurer directement, en ajoutant des acides au moût. Voici une expérience établie sur la cuve à mercure, le 13 octobre, par une température assez basse (15° environ).

» On a trouvé :

	Avec acide malique.	Avec acide tartrique.	Témoin.
	cc	cc	cc
Au cinquième jour, en CO^2	12	22	66
Au sixième jour, en CO^2..........	34	44	54
Total..............	46	66	120

» Une dernière expérience a été faite le 3 novembre, pour fixer d'une manière plus précise le rôle du sulfate de chaux. On a remplacé le plâtre naturel par des produits purs de laboratoire. On a opéré sur 100^{gr} de moût de raisins blancs de table, dans quatre petits flacons additionnés de :

	A. Rien.	B. $0^{gr},25$ de sulfate de chaux pur.	C. $0^{gr},05$ de carbonate de chaux pur.	D. $0^{gr},25$ de sulfate d'ammoniaque pur.
CO^2 en centimètres cubes dégagé le 6 nov.	7	25	12	20
» 8 nov.	12	21	16	15
» 13 nov.	7	9	6	5
Total................	26	55	34	40

» L'action du plâtre paraît encore manifeste.

» Il me paraît résulter de toutes ces observations que le ferment du vin a dû utiliser une partie du plâtre, soit comme élément sulfuré, soit pour sa chaux, soit encore pour son oxygène, ce dernier remplissant le rôle

que l'oxygène de l'air joue directement dans le moût, quand on aère celui-ci (Pasteur).

» Si, comme les faits précédents me paraissent le démontrer, le plâtre active la vie du ferment, il doit par cela même enrichir rapidement la liqueur en alcool, et, la durée de la fermentation étant très abrégée, les ferments secondaires, qui pourraient plus tard altérer le vin, sont arrêtés dans leur développement. Cet arrêt doit placer le vin dans des conditions meilleures de conservation. Le plâtrage de la vendange serait, quant au résultat final, comparable à un vinage anticipé.

» En terminant, je ferai remarquer que, dans les expériences précédentes, on s'est servi de trois plâtres d'origine différente; tous les trois ont produit les mêmes phénomènes, mais avec des degrés différents. »

GÉOLOGIE. — *Calcaire grossier marin des environs de Provins (Seine-et-Marne).* Note de M. **Stanislas Meunier.**

« L'histoire des couches calcaires si développées autour de Provins préoccupe depuis très longtemps les géologues, et leur étude a donné lieu à nombre de publications. Le résultat général de ces travaux est qu'il faut voir, dans le travertin dont il s'agit, un équivalent d'eau douce du calcaire grossier; ou, plus exactement, une sorte de dilatation des minces accidents lacustres que le Banc-Vert présente inopinément dans une foule de localités.

» Une carrière ouverte à Richebourg, c'est-à-dire à 6^{km} à l'est de Provins, au lieu même où la Voulzie prend sa source, montre que le travertin peut, inversement, admettre des lits d'origine marine ou saumâtre [1].

» On trouve à Richebourg la succession suivante :

6. Limon caillouteux des plateaux.	m
5. Marne argileuse blanc jaunâtre à rognons calcaires fossilifères	1,50
4. Marne rosée sans fossiles	0,08
3. Marne verdâtre avec poches de marne rosée et rognons calcaires fossilifères.	0,30
2. Marne vert foncé avec silex et rognons calcaires	0,12
1. Marne jaunâtre avec gros rognons calcaires fossilifères	2,00

[1] Cette carrière m'a été signalée par M. Antheaume, pharmacien très versé dans l'histoire naturelle de la région; je me fais un agréable devoir de le remercier très vivement.

» J'ai soumis à une étude attentive les échantillons représentant ces assises.

» La marne n° 1, épaisse de 2^m, et qui fait le fond de la carrière, présente de nombreux rognons de marnolite, à retraits géodiques dans lesquels la calcite spathique est venue cristalliser en abondance. Avec elle se sont accumulées çà et là de la limonite et de l'acerdèse, colorant en jaune et en noir des veinules entre-croisées. Certains rognons marnolitiques montrent déjà quelques fossiles marins. On y reconnaît spécialement : *Natica parisiensis* d'Orb., *Turritella imbricataria* Lamk., *Cardita calcitrapoides* Lamk., *Tellina* indéterminable.

» Dans la marne verdâtre qui constitue la couche n° 2, sont disséminés des rognons, les uns siliceux et les autres calcaires. Les premiers, caverneux et un peu meuliériformes, ont une cassure résineuse; les autres, très variés de volume, affectent souvent la disposition en plaquettes minces à contours irréguliers, percées de trous, et dont la surface a montré la réticulation compliquée des fissures capillaires de la marne enveloppante.

» La marne dont est composée la couche n° 3 est essentiellement fragmentaire : c'est un magma de fragments marneux, grisâtres ou blanchâtres, reliés par la matière argileuse verdâtre. Par place, celle-ci devient rosée et forme alors des poches dans la roche. Les rognons abondent, avec de fortes dimensions et un caractère tout nouveau. C'est du calcaire à peu près pur qui les forme, crayeux à l'extérieur, grossier en dedans. La fracture y montre parfois une structure bréchoïde analogue à celle de la marne; mais ce qui frappe alors surtout le regard, c'est la multitude des moules de Cérithes et d'autres coquilles marines : on croirait avoir affaire aux zones les plus riches des assises de Vaugirard ou de Liancourt. Aucun test n'a été conservé; on n'a que des moulages internes et externes; en reprenant ces derniers à la cire, on reconnaît *Cerithium tricarinatum* Lamk., remarquable par l'identité de certains exemplaires avec ceux qu'on recueille, par exemple, au Vouast, près de Montjavoult, *Cerithium cristatum* Lamk. (?), *Cerithium* Sp?, *Turritella imbricataria* Lamk.; *Natica parisiensis*, d'Orb.

» La marne rosée de la couche n° 4 est semblable à celle de même couleur qui fait des nids dans la couche n° 3, et qui vient d'être signalée. Malgré sa faible épaisseur, elle contient des rognons d'un calcaire à grain lithographique, dans lesquels on n'a aperçu aucun vestige organisé. De petites veinules de calcite traversent la masse, qui contient en outre, par places, des rognons arrondis de nature marnolitique et dont les joints naturels sont souvent colorés en noir par des dendrites d'acerdèse.

» C'est encore de nature essentiellement marneuse qu'est la couche n° 5. Pour l'aspect, elle ressemble beaucoup à la précédente; on y trouve encore de nombreux rognons dont quelques-uns sont de couleur blanche presque laiteuse. De grain très fin, ils sont fragiles et, sonores sous le marteau, ils se brisent en esquilles conchoïdales. Ils consistent en marne imprégnée de matière siliceuse. Avec ces rognons, et plus intéressants pour nous, en sont d'autres semblables à ceux de la couche n° 3 et, comme eux, pétris de fossiles marins. Les formes principales que j'y ai rencontrées sont : *Cerithium tricarinatum* Lamk., *Cerithium cristatum* Lamk., *Cerithium* Sp. ?, *Buccinum decussatum* Lamk., *Natica parisiensis* d'Orb., *Turritella imbricataria* Lamk., *Tellina* Sp. ?, *Psammobia* Sp. ?, *Cardium granulosum* Lamk., *Cardita calcitrapoïdes* Lamk.

» Ajoutons qu'un fragment de Cérithe se voit exceptionnellement dans la substance même de la marne.

» Bien que les contacts ne soient pas nettement visibles et demandent de nouvelles recherches, les couches marines que je viens de décrire paraissent pincées entre l'argile plastique qui forme la base du coteau de Richebourg et le travertin lacustre, couronné lui-même par les couches de Saint-Ouen, représenté par une couche de calcaire fibreux et les marnes à *Ostræa ludensis* qui correspondent au niveau à Pholadomyes.

» A Richebourg, le travertin lacustre, dit *calcaire de Provins*, est très bien caractérisé et fournit dans un état de conservation remarquable *Planorbis Leymerii, Lymnœa Michelini*, etc. J'y signalerai même la présence bien imprévue de tubulures qu'il paraît tout à fait légitime d'attribuer à un *Gastrochæna* ou à un mollusque voisin.

» Le travertin lacustre est d'ailleurs séparé des marnes marines de Richebourg par une couche de calcite fibreuse analogue à celle qui caractérise dans la région, et comme on vient de le rappeler, la formation de calcaire de Saint-Ouen. »

GÉOLOGIE. — *Sur le système dévonien de la chaîne orientale des Pyrenees*. Note de M. Ch. **Depéret**, communiquée par M. Hébert.

« Le système dévonien forme, sur le versant nord de la chaîne des Pyrénées orientales, une longue bande assez étroite, orientée dans son ensemble E. 15°N., parallèlement à la direction générale des Pyrénées. Cette bande se poursuit à travers les bassins de l'Aude et de la Têt, depuis

la haute vallée de l'Oriège, à l'ouest, jusqu'à la plaine du Roussillon, à l'est, sur une longueur totale de 60^{km}, avec une largeur maximum de 5^{km} dans le massif de Villefranche.

» La partie occidentale de cette longue crête dévonienne, depuis la porteille d'Orlu, sur les confins du département de l'Ariège, jusqu'à la ville de Prades, est à peu près ininterrompue, si l'on excepte la dépression qui donne passage à la haute vallée de l'Aude ou *plaine du Capcir*. La partie orientale de la bande dévonienne est beaucoup moins continue et n'est représentée que par des lambeaux plus ou moins importants, tels que ceux de Bouleternère, de Camélas, du pic Saint-Hélène, de Thuir; ce dernier, le plus oriental de tous, s'abaisse, à l'est, sous la plaine tertiaire du Roussillon. L'ensemble de ces lambeaux dessine une bande qui, tout en restant parallèle à la bande occidentale, se trouve fortement rejetée vers le nord, par suite de la saillie que fait en ce point le massif granito-gneissique du Canigou.

» Dans toute la région, le *substratum* du terrain dévonien est formé, à de très rares exceptions près, par un puissant système de schistes azoïques, d'aspect variable, tantôt bruns et argileux, tantôt noirâtres et ardoisiers, ailleurs satinés ou même micaschisteux, avec nombreux amas et filons de quartz gras ou laiteux, que l'on peut rapporter au *système archéen* ou peut-être au *cambrien*. Ces schistes paraissent être l'équivalent des phyllades de Saint-Lô, sur lesquelles M. le professeur Hébert a récemment appelé l'attention.

» La disposition stratigraphique la plus fréquente du système dévonien est celle de plis synclinaux assez aigus, dont l'axe est orienté suivant la direction générale de la bande dévonienne. Les schistes archéens suivent les inflexions générales des couches dévoniennes et constituent des fonds de bateau dans lesquels s'emboîtent les couches ployées en V de ce dernier terrain. Les deux systèmes archéen et dévonien, bien qu'ils aient été affectés par un même grand mouvement du sol, ne sont pas en concordance parfaite : les schistes archéens sont en général plus redressés et, de plus, il y a lacune de tout le système silurien.

» Le dévonien possède, dans cette partie de la chaîne des Pyrénées, une composition remarquablement constante, qui permet de trouver dans ce terrain le meilleur point de repère stratigraphique de la région. Il comprend de haut en bas les quatre termes suivants :

» 4. Calcaires et marbres rouges à Goniatites de Villefranche et de Nohèdes;

» 3. Calcschistes et calcaires gris à tiges d'Encrines;

» 2. Argiles et marnes versicolores, à teintes vives, avec minerai de manganèse et rognons de fer carbonaté. — Couche mince de schistes carburés, passant à l'anthracite, vers la partie supérieure;

» 1. (*b*) Poudingue siliceux grossier et gros amas de quartz blanc.

» (*a*) Grauwacke schisteuse à *Atrypa reticularis*, *Leptæna acutiplicata*, *L. Sedgwickii*, Crinoïdes, Polypiers, etc.

» 1° La base du dévonien est formée, sur une épaisseur de 100^{m} environ, par une grauwacke très schistoïde, gris bleuâtre, à nombreuses empreintes ferrugineuses. La disparition des débris organiques a produit dans la roche d'innombrables cavités, qui sont très visibles sur les tranches des couches et permettent de reconnaître à première vue les schistes dévoniens.

» En plusieurs points, à Bouleternère, à Serdinya, à Nohèdes, mais surtout à Cornella-de-Conflent, la grauwacke dévonienne contient de nombreux fossiles, à l'état d'empreintes ou de moules internes, trop souvent indéterminables. Je citerai les espèces suivantes, dont la détermination a été contrôlée avec la plus extrême obligeance par M. Œhlert et Munier-Chalmas : *Leptæna* aff. *acutiplicata* Œhl. et Dav.; *L.* aff. *Sedgwickii* d'Arch. et Vern.; *L.* cf. *interstrialis* Dav.; *Atrypa reticularis* L. var. *desquamata* Dav.; *Orthis, Casnarophoria, Meristella, Pentam erus; Oriostoma* n. sp.; Crinoïdes, plaquettes de Cystidé; Polypiers.

» Malgré l'état défectueux des fossiles, cette faune se rapporte avec certitude au *dévonien inférieur*, déjà signalé dans les Pyrénées au col d'Aubisque, à Castelnau-Durban, à Barada, et dont M. l'inspecteur général Jacquot, Directeur du service de la Carte géologique, m'a indiqué plusieurs autres gisements : Esterencuby, Somport, vallée de Laurhibare, Montagne-Verte, etc.

» A la partie supérieure des schistes dévoniens se montrent de gros amas de quartz blanc, et le tout se termine d'une manière constante par des bancs épais d'un poudingue siliceux grossier, de teinte sombre.

» 2° Au-dessus viennent des argiles et des marnes versicolores, à teintes vives, roses, bleuâtres, lie de vin, avec petits nodules de fer pisolithique et minerai de manganèse concentré par poches irrégulières. Vers le haut de cette assise, une couche peu épaisse de schistes carburés, passant à l'anthracite, a donné lieu en plusieurs points, à Camélas, à Serdinya, etc., à des tentatives d'exploitation. Enfin, quelques bancs marnocalcaires, avec *Orthoceras* ind. et tiges d'Encrines, s'intercalent à la partie tout à fait supérieure des marnes versicolores et contiennent de grosses

concrétions géodiques de fer carbonaté, parfois assez abondantes pour avoir été l'objet de quelques travaux de recherche (Camélas, Caixas, Castelnau).

» 3° L'élément calcaire devient prépondérant dans les assises supérieures du dévonien. Ce sont d'abord des marnes et des calcschistes gris bleuâtre, à tiges d'Encrines (*Poteriocrinus?*), auxquels succèdent des bancs plus épais de calcaire cristallin, gris de chair. L'ensemble de cette assise a une cinquantaine de mètres d'épaisseur.

» Enfin, le dévonien se termine par une puissante assise de calcaires marmoréens, blancs, flambés de rouge dans les couches inférieures (marbre exploité à Villefranche), d'un rouge de sang uniforme dans les couches supérieures, qui contiennent des Goniatites empâtées, indéterminables, et des tiges d'Encrines de petite dimension. Quelques minces couches schisteuses alternent avec ces calcaires qui représentent l'horizon des *marbres griottes,* sans avoir l'aspect amygdalin de ces derniers. La puissance des marbres rouges ne doit pas dépasser 200^{m}, bien qu'elle paraisse plus considérable, grâce à des récurrences dues à de nombreuses failles parallèles. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les pléromorphoses du quartz de Saint-Clément (Puy-de-Dôme).* Note de M. **Ferdinand Gonnard**, présentée par M. Fouqué.

« Dans le bas du même ravin de Saint-Clément, où, au voisinage de l'eukrite à wollastonite, j'ai découvert l'éclogite qui a été l'objet de ma Note *Sur quelques roches grenatifères du Puy-de-Dôme* (*Comptes rendus,* 11 octobre 1886), j'ai observé d'assez nombreux blocs de quartz laiteux, provenant de la hauteur, mais dont je n'ai pu reconnaître le point de départ, à cause de la culture et de la végétation. Quoi qu'il en soit de leur origine, ils m'ont paru présenter par eux-mêmes un certain intérêt. La structure en est cristalline ; la masse en est généralement constituée par une agglomération de sphéroïdes, de la grosseur d'une noix ; la cassure de ces sphéroïdes montre des lamelles fibreuses, divergentes ; le centre en est parfois occupé par un fragment de granite. Quand l'intervalle compris entre eux est vide, les extrémités des fibres, ayant pu se développer librement, montrent les pyramides quartzeuses, mais il est d'ordinaire rempli par de la silice amorphe.

» Si l'on brise ces blocs, on trouve çà et là, dans leur intérieur, soit

isolés, soit réunis en géodes négatives, des vides octaédriques; les octaèdres qui ont servi de forme à ces moulages semblent, pour la plupart, appartenir au système cubique et font penser à la fluorine; quelques-uns de ces moulages paraissent pourtant avoir été faits sur des octaèdres plus aigus. Quant au quartz, il a cristallisé en longues fibres normales aux faces de ces octaèdres; l'empreinte laissée par le cristal originaire sur le quartz est généralement unie; elle offre parfois aussi des rugosités, correspondant aux irrégularités, en creux, des faces du cristal disparu.

» Il n'est pas facile d'expliquer comment le quartz qui s'est déposé, en l'enveloppant complètement, sur le minéral préexistant, a pu ensuite le laisser disparaître; mais ce fait de pseudomorphose par moulage ou, comme l'a appelé Kenngott, de *pléromorphose,* se complique encore ici d'une particularité curieuse, qui est la suivante : dans les vides octaédriques que j'ai mentionnés se trouvent de plus petits octaèdres quartzeux à intérieur évidé; ces sortes de carapaces octaédriques ne sont pas disposées au hasard, mais bien de façon que leurs faces et celles de la partie du moule qui les recouvre soient parallèles entre elles; et elles sont maintenues à une certaine distance des parois du moule par des lamelles quartzeuses normales aux deux parois octaédriques; de même que les octaèdres creux, ces lamelles sont fort minces, de $\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{4}$ de millimètre à peine, et, par suite, très fragiles; j'ai réussi cependant à obtenir des échantillons où les octaèdres sont entiers.

» Ce phénomène de cristallogénie se rattache au phénomène bien connu des minéralogistes sous le nom d'*encapuchonnage*, qu'offrent certains cristaux de quartz; seulement, ici, le minéral encapuchonné a disparu, et il n'est resté que la matière isolante. »

MINÉRALOGIE. — *Description d'une variété de* Carphosidérite. *Propriétés optiques de ce minéral.* Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« Le minéral qui fait l'objet de cette Note a été trouvé à 5^{km} environ de Mâcon (Saône-et-Loire), dans une petite carrière ouverte au-dessous du château de Saint-Léger, dans les arkoses triasiques.

» Il forme tantôt des enduits micacés, d'un beau jaune paille avec un éclat doré, rappelant celui de l'or mussif des laboratoires, tantôt des masses à fibres très serrées, de couleur plus foncée.

» Examinée au microscope, la substance paraît nettement cristallisée : on constate en lumière naturelle l'existence d'aiguilles pléochroïques noyées dans une masse jaune-paille non pléochroïque. En lumière polarisée parallèle, les plages allongées donnent des couleurs vives d'interférence, tandis que les autres restent constamment éteintes entre les nicols croisés. Ces dernières sont perpendiculaires à l'axe optique unique : cet *axe optique est négatif*.

» Les masses fibreuses sont formées par des lamelles aplaties suivant la base et groupées parallèlement à cette face, comme les feuillets d'un livre, simulant ainsi, dans les sections minces du minéral, un allongement suivant une arête *pm*. Cette direction, jalonnée par la trace du clivage *p*, est toujours de signe positif (n_g).

» La biréfringence maximum est très difficile à mesurer exactement ; elle est voisine de 0,04.

» Le pléochroïsme est fort net : on distingue suivant

n_g = incolore,
n_p = jaune paille foncé.

» Les enduits micacés de ce minéral s'écrasent facilement sous la pression des doigts ; les masses fibreuses sont tendres, mais offrent une certaine résistance à la rupture. La poussière est jaune-paille foncé. Densité : 3,09.

» Ce minéral est infusible au chalumeau. Chauffé dans le tube, il donne de l'eau et de l'acide sulfurique, rougit et devient magnétique. Avec les flux, il offre les réactions du fer.

» Il est insoluble dans l'eau, mais très soluble dans l'acide chlorhydrique, en laissant un résidu de quartz, dont la présence est décelée par l'examen au microscope. La liqueur chlorhydrique donne les réactions de l'acide sulfurique, de l'acide phosphorique et du fer.

» L'analyse m'a donné, abstraction faite de 4,68 pour 100 de quartz :

Acide sulfurique	30,18
Acide phosphorique	2,72
Sesquioxyde de fer	48,52
Eau	18,48
	99,90

» Si l'on admet que l'acide phosphorique remplace une certaine quan-

tité d'acide sulfurique, l'analyse précédente conduit à la formule

$$\left.\begin{matrix} SO^3 \\ PhO^5 \end{matrix}\right\}^2 (Fe^2O^3)^{\frac{3}{2}} + 5\,HO$$

ou

$$\left.\begin{matrix} SO^3 \\ PhO^5 \end{matrix}\right\}^4 (Fe^2O^3)^3 + 10\,HO.$$

» Cette formule exige

	Calculé.	Observé.
SO^3.....	32,8	32,90 ($SO^3 + PhO^5$)
Fe^2O^3....	48,9	48,52
HO.....	18,3	18,48
	100,0	99,90

» Breithaupt a décrit ([1]), sous le nom de *carphosidérite*, un minéral du Groënland, se présentant en masses mamelonnées jaune-paille, et qu'il considérait comme un sous-phosphate de fer hydraté, d'après un essai au chalumeau.

» Plus tard, M. Pisani put se procurer un fragment de cette substance extrêmement rare et en donna l'analyse suivante ([2]), déduction faite de 23,81 pour 100 de sable et de gypse:

SO^3..................................	31,82
Fe^2O^3..................................	49,88
HO..................................	18,30
	100,00

Densité : 2,728.

» Le minéral étudié par M. Pisani était fusible en un émail noir magnétique : il devait sans doute cette propriété à ses impuretés permettant la formation d'un silicate de fer fusible.

» La présence d'une aussi petite quantité d'acide phosphorique dans le minéral de Mâcon ne me semble pas suffisante pour en faire une espèce nouvelle; il est probable que ce minéral est plus voisin de la carphosidérite de Breithaupt que de celle de M. Pisani.

» Il m'a semblé intéressant de signaler l'existence en France d'une espèce minérale fort rare jusqu'alors, et dont les propriétés optiques n'avaient pu être encore déterminées.

» La carphosidérite de Breithaupt a été trouvée dans un micaschiste; celle de Mâcon dans un arkose triasique, mais l'une et l'autre ont une

---

([1]) Breithaupt, *Schweigg. Journal*, Band L, S. 314.

([2]) *Comptes rendus*, t. LVIII (1864), p. 242.

même origine : elles sont le produit, déposé par voie aqueuse, de la décomposition de minéraux ferrugineux (pyrite).

» La densité, plus faible que celle de la carphosidérite de Mâcon, est due vraisemblablement à ces mêmes impuretés. »

GÉOLOGIE. — *Sur les conditions de forme et de densité de l'écorce terrestre.* Note de M. **A. de Lapparent**, présentée par M. Daubrée.

« Dans une Communication récente à l'Académie ([1]), M. Hatt, ayant été amené à constater que la verticale, à Nice, était moins déviée qu'elle ne doit l'être, en vertu de l'action du massif des Alpes, a conclu que, sous la Méditerranée, l'écorce du globe devait offrir un surcroît d'épaisseur et ce fait lui a paru constituer un argument en faveur de la théorie du refroidissement de la croûte sous l'influence de la basse température qui règne dans les profondeurs des mers.

» Sans mettre en question la valeur du calcul fait par le savant ingénieur, nous croyons devoir faire remarquer qu'une seule conclusion peut en être légitimement déduite, à savoir que l'écorce sous-marine présente, au large de Nice, un excès de densité. Mais il n'y a aucune raison pour que cet excès soit attribué à un surcroît d'épaisseur.

» En effet, les roches terrestres diffèrent tellement les unes des autres, depuis les quartzites, dont le poids spécifique dépasse à peine 2, 5, jusqu'aux chloritoschistes imprégnés de fer oxydulé, qu'avant d'aller chercher, sous des profondeurs inaccessibles, une cause impossible à vérifier, il est beaucoup plus simple d'admettre que les diverses régions superficielles de l'écorce sont très inégalement denses. En tout cas, il y a bien moins de raisons encore pour voir, dans l'excès constaté, une preuve du refroidissement par les eaux marines. Chacun sait qu'au lieu d'être, comme dans les grands océans, voisine de zéro, la température du fond, dans la Méditerranée, est de 13° C., alors que la moyenne annuelle de l'air, à Nice, est de 16°. Qui oserait penser que cette faible différence de 3° puisse entraîner une augmentation d'épaisseur sensible? Autrement, au-dessous d'un continent tel que l'Europe, où la moyenne annuelle varie, suivant les localités, depuis +16° jusqu'à −4°, la croûte solide devrait présenter d'énormes variations d'épaisseur, et ces dernières exerceraient, sur l'intensité de la pesanteur et la direction de la verticale, des effets dont il faut bien reconnaître que personne, jusqu'ici, n'a eu le moindre soupçon.

([1]) *Comptes rendus*, 18 octobre 1886.

» Il nous semble donc qu'il faut renoncer à toute hypothèse de ce genre et se contenter de voir, dans l'écorce solide, un corps très complexe, susceptible d'actions locales plus ou moins énergiques.

» D'ailleurs ce n'est pas seulement l'homogénéité de cette écorce qui doit être mise en question et puisque, pour les besoins de notre cause, nous avons été amené sur le terrain de la Géodésie, nous prendrons la liberté de signaler, aux hommes compétents, une autre irrégularité sur laquelle il ne semble pas que l'attention ait été suffisamment appelée.

» On a l'habitude de dire que l'aplatissement terrestre, égal à environ $\frac{1}{293}$, est connu à une unité près du dénominateur de la fraction qui l'exprime.

» Mais n'est-ce pas oublier que toutes les importantes mesures d'arc ont été exécutées dans l'hémisphère boréal et que la mesure la plus australe, celle du Cap, n'a pas dépassé le 38e parallèle? Or la courbure d'une ellipse très voisine d'un cercle ne commence à se prononcer que dans les hautes latitudes. Dès lors, toute mesure effectuée à moins d'une quarantaine de degrés de l'équateur est, à nos yeux, illusoire. Malheureusement il n'y a pas moyen de lever cette incertitude, car la seule terre australe qui dépasse un peu le 50e parallèle est la pointe méridionale de l'Amérique, et les mesures, à supposer qu'elles fussent possibles en un tel pays, seraient entachées d'une erreur inévitable, due au prolongement de la chaîne des Andes. Aussi ne connaîtra-t-on la forme de la seconde moitié de l'ellipsoïde terrestre que si quelque invention du génie humain parvient à remédier à l'impossibilité qui résulte actuellement de ce que toute masse continentale fait défaut dans les hautes latitudes de l'hémisphère austral.

» Si donc on a coutume de parler de l'aplatissement terrestre comme d'une donnée certaine, c'est qu'on admet implicitement que notre globe est symétrique relativement à l'équateur. Pourtant rien n'est moins prouvé. Sans aller chercher des arguments sur la planète Vénus, où les observations de M. Bouquet de la Grye ont fait ressortir une protubérance notable à l'un des pôles, nous signalerons la différence considérable des deux hémisphères au point de vue de la distribution des terres et des eaux. Nous rappellerons qu'au delà des terres circumpolaires arctiques s'étend une mer, à la vérité presque entièrement gelée, mais où l'on a pu s'avancer jusqu'au 83e degré. Au contraire, l'accès du pôle opposé est défendu, dès le cercle polaire, par une banquise continue qui, selon toute vraisemblance, entoure un continent antarctique, dont l'existence suffirait à assi-

gner, à l'hémisphère sud, un aplatissement différent de celui de l'hémisphère nord.

» C'est pourquoi, pour le dire en passant, lorsque des mathématiciens établissent, comme l'a fait autrefois M. Ed. Roche, que la Terre ne peut être intérieurement fluide, parce que cette hypothèse est incompatible avec la valeur de l'aplatissement observé, on peut dire qu'ils dépassent la portée de l'expérience; car ils étendent au globe tout entier une conclusion qui n'a pu être directement vérifiée que pour sa moitié boréale.

» En résumé, sans vouloir déprécier aucunement l'immense labeur accompli par les géodésiens, nous croyons qu'il est permis de penser que le résultat n'en est encore que provisoire. Exécutées, pour la plupart, avant qu'on eût une connaissance suffisante des divers éléments de perturbation, les anciennes mesures sont à refaire, moyennant une savante combinaison d'opérations géodésiques et astronomiques avec des déterminations de pesanteur et avec une étude géologique, au moins approchée, des variations qui affectent la partie accessible de l'écorce.

» Il est possible que cette perspective trouble la quiétude de ceux qui croyaient terminé l'œuvre de la Géodésie; pourtant nous ne pensons pas qu'il soit téméraire de dire que l'exécution de ce vaste programme pourra seule autoriser des conclusions définitives relativement à la forme de notre planète. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le mode de formation des bancs de Terre-Neuve.* Note de M. **J. Thoulet**, présentée par M. Berthelot.

« Les hauts-fonds qui, dans l'océan Atlantique, commencent à peu près à la longitude du cap Race, extrémité la plus orientale de l'île de Terre-Neuve, et qui, sous divers noms, bordent les côtes de la Nouvelle-Écosse et se prolongent le long des États-Unis jusqu'aux environs du cap Cañaveral, en Floride, peuvent être considérés, dans leur ensemble, comme le résultat du comblement d'un vaste estuaire, un seul et même delta sous-marin; ils offrent tous les caractères de ce mode de formation et résultent de la rencontre de trois courants marins.

» Le premier de ces courants est le gulf-stream, qui sort du golfe du Mexique par le canal de Bahama, remonte du sud au nord, en se tenant à une certaine distance de terre, les côtes atlantiques des États-Unis et, obliquant de

plus en plus vers l'est, après avoir passé devant la Nouvelle-Écosse et le sud de Terre-Neuve, s'épanouit en surface et vient réchauffer de ses eaux à la fois chaudes et chargées de sel la partie nord-ouest de l'Europe et l'Islande.

» Le courant polaire froid qui descend de la mer de Baffin suit dans une direction nord-ouest-sud-est le Labrador septentrional. Arrivé au détroit de Belle-Isle, il se sépare en deux branches, dont l'une, que nous désignerons sous le nom de *courant polaire oriental*, contourne l'île de Terre-Neuve en laissant sur sa droite le golfe qui s'étend du cap Bauld au cap Bonavista et vient heurter presque perpendiculairement le gulf-stream dans les parages du grand banc de Terre-Neuve. Ce courant charrie pendant l'été un grand nombre d'icebergs; mais, contrairement à l'opinion généralement reçue, les observations que j'ai pu faire pendant une campagne de six mois, à bord de la frégate *la Clorinde*, m'ont prouvé que ces montagnes de glace détachées des glaciers du Groënland sont constituées, au moins à la hauteur de Terre-Neuve, par de la glace très pure. Comme, en outre, elles n'arrivent à ces latitudes qu'après avoir chaviré un grand nombre de fois sur elles-mêmes par suite de leur fusion, elles ont laissé tomber tout près de leur point de départ les matériaux solides qu'elles pouvaient porter à leur surface, de sorte qu'elles ne contribuent que pour une part infime à la formation des bancs nord-américains.

» La seconde branche du courant polaire entre par le détroit de Belle-Isle, longe du nord au sud la côte ouest de Terre-Neuve, se grossit des eaux douces amenées à sa droite par le fleuve Saint-Laurent et, de toutes celles qui proviennent des côtes du Labrador et de Terre-Neuve, franchit le détroit de Cabot et vient heurter le gulf-stream, qui l'oblige à détourner sa marche et à descendre du nord au sud les côtes de la Nouvelle-Écosse et des États-Unis. Ce courant d'eaux froides et légères est un véritable fleuve; il charrie les détritus minéraux amenés par son affluent, le Saint-Laurent, et surtout par les glaces côtières qui, chargées d'une grande quantité de débris pierreux provenant de la désagrégation sous l'action combinée de la marée et de la gelée des roches des côtes, arrivent se fondre et se déposer à la rencontre des eaux chaudes et plus denses du gulf-stream. Ce dépôt est encore provoqué par la zone d'eaux relativement immobiles de contact entre les deux courants marchant obliquement l'un par rapport à l'autre. Ainsi se forment les divers bancs désignés sous les noms de Grand-Banc de Terre-Neuve, Banc-à-Vert, de Saint-Pierre, d'Artimon, de Misaine, Bauguereau, etc., tandis que les chenaux à fonds vaseux qui séparent ces

bancs proviennent des remous résultant de la rencontre des trois courants cités plus haut.

» Comme il arrive dans les fleuves d'eau douce, chaque fois qu'un courant marin longeant une côte rencontre un obstacle, il se fait un dépôt de matières solides en amont de l'obstacle. On en trouve un exemple dans l'élargissement de la zone de hauts-fonds qui existe à Terre-Neuve depuis la baie de Portland jusqu'à la baie Port-à-Port et dans le cul-de-sac compris entre le cap Gaspé et le cap Nord au cap Breton.

» Les bancs nord-américains, provenant de la rencontre de trois courants, varient chaque fois que l'un quelconque, ou plusieurs d'entre eux, éprouvent des variations dans sa nature, c'est-à-dire que les eaux en sont plus ou moins abondantes, plus ou moins froides, plus ou moins chargées de sel, ce qui dépend des variations climatériques annuelles, de la sécheresse ou de l'humidité relative de l'hiver et de l'été sur le continent nord-américain, les régions polaires, le bassin du Saint-Laurent, des Alleghany et le golfe du Mexique. Ce fait explique le régime si irrégulier et même les inversions des courants signalés depuis longtemps par les navigateurs dans les parages du sud de Terre-Neuve, du cap Breton et de la Nouvelle-Écosse.

» La seconde branche du courant polaire qui débouche du détroit de Cabot descend la côte des États-Unis au dedans du gulf-stream et dans une direction absolument opposée à celui-ci; grossi des eaux douces et chargées de sédiments des rivières américaines du bassin des Alleghany, il exhausse les fonds qui bordent les États-Unis jusqu'en Floride. Ses eaux se réchauffent lentement et, perdant leur vitesse, elles finissent par se confondre avec celles de ce dernier courant, qui augmente au contraire de vitesse à mesure qu'il se rapproche de son origine et agit ainsi tout le long de son parcours comme une gigantesque trompe d'aspiration.

» L'hypothèse d'un delta unique rend compte des pentes des talus sous-marins des bancs, très accores dans leurs portions méridionales et orientales, sans cesse usées et en pente douce dans les parties où les courants qui les bordent sont ralentis par leur rencontre mutuelle. Le grand banc de Terre-Neuve est en pente douce vers le nord, les sédiments y proviennent de la côte est de l'île; il est accore au sud; le banc de Saint-Pierre est accore à l'ouest, en pente douce au nord et à l'est; il en est de même de l'extrémité du delta, le long de la côte des États-Unis, où les fonds, peu inclinés sur tout le parcours du courant du nord, plongent brusquement immédiatement au-dessous de la limite occidentale du gulf-stream. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la vitesse de dessèchement des lacs dans les climats secs.* Note de M. **Venukoff**, présentée par M. Daubrée.

« D'après les observations d'un explorateur russe, M. Nicolsky, le dessèchement du lac Balkhach, c'est-à-dire l'abaissement continuel de son niveau, se fait à raison de 1^{m} tous les quatorze ou quinze ans. Comme ce lac a plus de 19000^{kmq} de superficie, l'évaporation annuelle, s'il n'y a pas de perte souterraine, atteint l'énorme chiffre de 1300000000^{mc}. En supposant cette eau versée sur la ville de Paris, dans les limites des fortifications, nous aurions une couche de 17^{m} d'épaisseur; c'est cette masse d'eau qui disparaît annuellement de la superficie d'un seul des lacs de l'Asie centrale pour n'y retourner jamais. Or ces lacs sont encore nombreux et leur étendue commune (y compris la mer Caspienne) dépasse au moins dix-sept fois la superficie du Balkhach; on voit quelle est la perte en eau qu'éprouve annuellement l'atmosphère des steppes où ces lacs forment la source unique de l'humidité. Il est à ajouter que la partie méridionale du Balkhach, connue sous le nom d'Ala-Koul, sous l'influence de l'évaporation rapide, se transforme peu à peu en un dépôt de sel, précisément de la même manière que le Kara-Bougar, qui fait partie de la mer Caspienne. »

M. C. **Decharme** adresse, par l'entremise de M. Faye, une Note intitulée « Effet du mouvement de l'inducteur sur l'influence magnétique ou électrique ».

Les expériences de M. Decharme sur les aimants le conduisent à cette conclusion que, dans des conditions déterminées, et pour une vitesse suffisamment grande de l'aimant inducteur (vitesse d'environ 2^{m} à $2^{m},50$ dans ses expériences), l'influence peut devenir presque nulle à la distance de $0^{m},10$.

D'autres expériences, effectuées avec des électroscopes, lui ont permis de vérifier que l'influence électrostatique peut être sensiblement annulée par le mouvement de l'inducteur.

M. **Chapel** adresse une Note « Sur des perturbations remarquables dans l'état électrique de l'atmosphère ».

M. V. **Pourtalé** adresse une série d'observations « Sur la rage et sur divers moyens propres à la guérir ».

M. **Daubrée**, en présentant à l'Académie un Volume des *Annales da Escola de Minas de Ouro-Preto*, fait les observations suivantes :

« Notre auguste Associé l'Empereur Dom Pedro a bien voulu m'adresser le quatrième volume des « Annales de l'École des Mines d'Ouro-Preto » pour que je le présente à l'Académie en appelant l'attention sur ce nouveau fascicule.

» Parmi les Mémoires que renferme ce Volume, il convient de signaler ici : « la traduction du deuxième Mémoire sur les grottes calcaires du Brésil avec ossements fossiles, par feu M. le Dr Lund, travail qui a paru, en 1837, à Copenhague; une étude sur la monazite et xénotime du Brésil, par M. Gorceix; un voyage dans les terrains diamantifères de Abaeté, par M. Om. A. Olynthe dos Santos-Pires, où l'auteur a mis à profit les importantes recherches que notre savant Confrère M. Damour a faites sur les minéraux remarquables qui y accompagnent le diamant.

» Le Volume se termine par une Notice sur le programme des cours professés à l'École des Mines d'Ouro-Preto, sur une réforme qui y a été récemment introduite, ainsi que sur les analyses du laboratoire de docimasie de cet établissement, qui a déjà rendu des services très réels à l'industrie minérale du Brésil. »

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 22 NOVEMBRE 1886.

Ministère des Travaux publics. Album de Statistique graphique de 1885. Paris, Impr. nationale, 1886; in-4°.

Cours de construction navale professé à l'École d'application du Génie maritime; par A. HAUSER. Paris, Bernard et Cie, 1886; 1 vol. in-4°, avec Atlas.

Cours de Chimie; par ARMAND GAUTIER. Paris, F. Savy, 1887; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Friedel.)

Notice sur les deux Lettres arithmétiques de Nicolas Rhabdas (texte grec et traduction); *par* M. P. TANNERY. Paris, Impr. nationale, 1886; in-4°.

ED. PERRIER. *Les explorations sous-marines.* Paris, Hachette et Cie, 1886; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

H. DE PARVILLE. *Causeries scientifiques,* 1885. Paris, J. Rothschild, 1887; in-12.

Table des positions géographiques des principaux lieux du globe; par MM. DAUSSY, DARONDEAU et DE LA ROCHE-PONCIE, *continuée par* M. le Vice-Amiral CLOUÉ. Paris, Gauthier-Villars, 1886; in-8°. (Extrait de la *Connaissance des Temps.*) (Présenté par M. Faye.)

Acta mathematica, journal rédigé par M. *G. Mittag-Leffler;* 8 : 3, 8 : 4. Stockholm, Berlin; Paris, A. Hermann, 1886; 2 br. in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

La Géométrie de René Descartes. Paris, A. Hermann, 1886; in-4°.

Olivier de Serres, seigneur du Pradel, sa vie et ses travaux; par M. H. VASCHALDE. Paris, E. Plon, 1886; in-8°.

Chimie appliquée à l'Agriculture. Travaux et expériences du Dr A. Vœlcker; par M. A. RONNA; tome I. Paris, Berger-Levrault et Cie, 1886; in-8°.

Dr W. EBSTEIN. *La Goutte, sa nature et son traitement.* Traduction du Dr E. CHAMBARD. Paris, J. Rothschild, 1887; in-8°.

Indicateur de la flore de Provins et de ses environs; par M. H. LAROQUE. Provins, Ch. Louage, 1886; in-8°.

Paléontologie française ou description des fossiles de la France, continuée par une réunion de paléontologistes, sous la direction d'un Comité spécial;

1re série : *Animaux invertébrés;* 2e série : *Végétaux*. Paris, G. Masson; 3 br. in-8°.

Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto; n° 4. Rio de Janeiro, 1885; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 2 novembre 1886.)

Page 793, ligne 13 en remontant, *au lieu de* qu'un animal mort sans irritation unilatérale...., *lisez* qu'un animal sans irritation unilatérale....

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 NOVEMBRE 1886,

PRÉSIDÉE PAR M. DAUBRÉE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Remise de la médaille de M. Chevreul, au nom du Comité de la Jeunesse française; par M. DE QUATREFAGES.

En remettant cette médaille au Président de l'Académie, M. de Quatrefages s'exprime dans les termes suivants :

« Au moment où tant de corps savants se préparaient à fêter le centenaire de notre vénéré Confrère M. Chevreul, quelques jeunes gens résolurent de lui offrir les hommages de la Jeunesse française. Un Comité se forma, composé en majeure partie de fils, petits-fils, parents ou amis de Membres de l'Institut, et choisit pour son Président M. Charles Brongniart. L'appel qu'il adressa aux savants de tous pays fut accueilli avec une sympathie marquée. Plus de mille souscripteurs y répondirent.

» Ce succès a permis au Comité de faire plus et mieux qu'il n'en avait

eu d'abord la pensée. Son intention première avait été de faire frapper une médaille destinée à perpétuer le souvenir du savant illustre qui, *en se traitant lui-même d'étudiant,* semble vouloir se rapprocher de ceux dont il est le plus parfait modèle. Sans renoncer à cette idée, il a eu l'heureuse inspiration de montrer ce qu'a produit le travail incessant d'un seul homme, qui *étudie* depuis plus de trois quarts de siècle. Il publiera le Catalogue raisonné complet des œuvres de M. Chevreul. Ce Catalogue, rédigé avec le plus grand soin par M. Maloizel, sera un document historique précieux; et l'Académie apprendra sans surprise qu'il formera à lui seul un volume.

» Le Comité a fait faire en outre deux médailles représentant les mêmes sujets. Toutes deux sont l'œuvre de M. Roty et portent l'empreinte d'un talent remarquable.

» L'une, du module ordinaire, sera frappée, et chaque souscripteur en recevra un exemplaire. L'autre, d'un plus grand module, a été coulée. Il n'en a été tiré que trente exemplaires et le moule en sera brisé, pour lui conserver toute sa valeur.

» Cette médaille porte sur la face le buste de M. Chevreul. L'artiste a reproduit, avec un rare bonheur, les traits et la physionomie de l'illustre centenaire. Au revers, M. Chevreul est assis dans un fauteuil, les jambes croisées, un papier sur le genou, un crayon à la main : il travaille. Une jeune femme vient l'interrompre et lui apporte une couronne de laurier. Autour de ce groupe se lit la légende :

LA JEUNESSE FRANÇAISE AU DOYEN DES ÉTUDIANTS.
31 AOUT 1786-31 AOUT 1886.

» C'est une de ces médailles exceptionnelles que le Comité a voulu offrir à l'Académie. Il a désiré que cet hommage respectueux lui fût porté par le père d'un de ses Vice-Présidents. C'est à ce titre que j'ai l'honneur de la remettre au Bureau de l'Académie. »

M. Faye, en présentant à l'Académie le CCX^e Volume de la *Connaissance des Temps* (le Volume pour 1888), dit que la série des améliorations successivement apportées à cette importante publication est close désormais par une addition que les navigateurs et les géographes réclamaient depuis longtemps. Les étoiles fondamentales, dont les coordonnées exactes sont si

nécessaires pour les applications de l'Astronomie, étaient très inégalement réparties entre les deux hémisphères. Il devenait de plus en plus urgent de compléter celles de l'hémisphère austral; mais cette addition, très ardemment désirée, avait été différée par suite de la difficulté de se procurer des observations suffisamment exactes de ces astres. Le Bureau des Longitudes vient de combler cette lacune en introduisant, dans le nouveau Volume, les positions de soixante étoiles australes, calculées de dix en dix jours, et celles de cinq étoiles voisines du pôle, calculées de jour en jour pour toute l'année. De la sorte, les navigateurs et les astronomes de l'autre hémisphère trouveront désormais dans la *Connaissance des Temps* tous les éléments désirables. M. Lœwy, directeur des calculs du Bureau des Longitudes, a mis tout en œuvre pour que les positions des nouvelles étoiles fondamentales fussent dignes de figurer, comme précision, à côté de celles des anciennes, depuis longtemps déterminées par les astronomes de notre hémisphère. Il a particulièrement mis à profit, dans ce but, les observations encore inédites de l'observatoire de Cordoba (République Argentine).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'histoire de la décomposition des amides par l'eau et les acides étendus;* par MM. **Berthelot** et **André**.

« 1. Les principes azotés contenus dans les êtres vivants et dans les terres végétales sont, pour la plupart, de la catégorie des amides, c'est-à-dire qu'ils résultent de l'union de l'ammoniaque avec certains corps oxygénés, union accompagnée par l'élimination des éléments de l'eau. Réciproquement, la fixation des éléments de l'eau régénère l'ammoniaque, avec une facilité très inégale d'ailleurs. Cette régénération est surtout facile en présence des bases, lorsque le corps oxygéné est un acide; auquel cas les bases minérales puissantes l'accélèrent, en vertu de l'énergie complémentaire représentée par la chaleur mise en jeu dans l'union de ces bases avec l'acide correspondant : c'est ce que l'on appelait autrefois affinité prédisposante; M. Berthelot en a donné l'interprétation thermochimique en 1865. La reproduction de l'ammoniaque des amides n'est pas moins facilitée, dans la plupart des cas, par la présence des acides énergiques et par l'énergie mise en jeu lors de leur combinaison avec l'ammoniaque. Ainsi le cyanate de potasse, composé assez stable en présence des alcalis étendus, se détruit immédiatement, même à froid, en présence de

l'acide chlorhydrique étendu, avec production de chlorhydrate d'ammoniaque et d'acide carbonique, réaction accompagnée par un dégagement de $+ 28^{Cal},8$, d'après les expériences de l'un de nous. L'acide chlorhydrique, concentré à la vérité, détruit également à froid l'acide cyanhydrique, en produisant du sel ammoniac et en dégageant $+ 11^{Cal},15$.

» On voit, par ces faits, combien il serait périlleux de recourir à l'emploi de l'acide chlorhydrique, même étendu, pour doser exactement l'ammoniaque préexistante, dans les matières renfermant de tels composés amidés. Nous avons cru utile d'entreprendre des expériences spéciales pour mieux définir, à cet égard, le degré de stabilité en présence des acides de quelques amides typiques, qui jouent un rôle essentiel dans les tissus des êtres organisés, tels que l'urée, l'asparagine et autres, principes sur lesquels M. Boussingault avait déjà étudié autrefois l'action des alcalis.

» 2. Urée. — *Acide chlorhydrique.* — 100^{cc} d'une solution d'urée ($1^{gr},0293$) ont été mêlés avec 10^{cc} d'acide chlorhydrique concentré ($3^{gr},78$ HCl). Après 24 heures de contact à froid, on a complété 1^{lit} avec de l'eau, neutralisé avec un petit excès de magnésie et dosé l'ammoniaque, à l'aide de l'appareil spécial de M. Schlœsing (*Contributions à l'étude de la Chimie agricole,* p. 189) et en se conformant scrupuleusement aux conditions décrites par ce savant. On a obtenu, en une heure et demie d'ébullition : Az ammoniacal, $0^{gr},0523$; c'est-à-dire un neuvième de l'azote total de l'urée.

» *Magnésie.* — Comme terme de comparaison, on a opéré avec une solution aqueuse d'urée, de même titre, et 2^{gr} de magnésie, dans les mêmes conditions, ce qui a fourni : Az ammoniacal, $0^{gr},0353$; le dégagement étant à peu près proportionnel au temps (première demi-heure : 0,0112; deuxième : 0,0125; troisième : 0,0116). On voit que la magnésie seule décompose déjà l'urée : M. Boussingault, d'ailleurs, l'avait déjà reconnu (*Agronomie,* etc., t. III, p. 236). Mais le traitement préalable par l'acide chlorhydrique étendu donne un excès de $0^{gr},017$, attribuable à l'action propre que cet acide exerce à froid : soit près de 4 centièmes de l'azote total de l'urée en 24 heures.

» L'action de l'acide varie avec son degré de dilution. 100^{cc} de la même solution d'urée ont été mêlés avec 1^{cc} d'une liqueur contenant $0^{gr},0182$ d'acide réel. La liqueur résultante était 20 fois aussi diluée que la précédente. Après 24 heures à froid, on a déterminé la perte du titre acide, sans distillation ni magnésie. D'où résulte : Az ammoniacal, $0^{gr},00032$.

Cette action décomposante de l'acide est d'autant plus prononcée, d'ailleurs, que la température est plus élevée.

» *Eau pure.* — La réaction exercée à froid est due à l'acide et non à l'eau. En effet, celle-ci ne décompose pas sensiblement l'urée dans l'espace de 5 jours, d'après nos essais. A 100°, au contraire, l'eau seule agit déjà. 100^{cc} de la solution d'urée (1^{gr},0293) ont fourni par simple distillation, en une heure et demie : azote ammoniacal 0^{gr},0264; soit 5,6 centièmes de l'azote total, chiffre inférieur d'un tiers à la décomposition analogue produite par la magnésie ([1]). La décomposition de l'urée par l'eau, à une haute température, est bien connue des chimistes : M. Bunsen en a même fait la base d'un procédé de dosage. Mais nous ne croyons pas que l'on ait publié d'expériences relatives à la décomposition de l'urée provoquée à froid par les acides étendus.

» *Soude.* — Nous avons cru utile de comparer l'action décomposante des acides avec celle des alcalis étendus sur l'urée.

» 0^{gr},5146 d'urée, dissous dans 50^{cc} d'eau avec 6^{gr} de soude (NaO) et placés dans un appareil clos, au voisinage d'une dose connue d'acide sulfurique titré, ont fourni après deux jours, à froid : Az ammoniacal, 0^{gr},00023; après 4 jours : 0,00043; après 7 jours : 0,00093; nombres à peu près proportionnels au temps. Ils sont notablement plus faibles que le chiffre obtenu avec l'acide chlorhydrique à 3 centièmes, à froid et en 24 heures soit, 0^{gr},009 pour le même poids d'urée.

» On voit par là que la soude étendue n'agit que très lentement à froid sur l'urée, tandis que l'action de l'acide chlorhydrique étendu, de titre équivalent, est bien plus marquée.

» 3. ASPARAGINE $C^8H^8Az^2O^6,H^2O^2$: *Acide chlorhydrique.* — 0^{gr},5259 d'asparagine ont été dissous à froid dans 50^{cc} d'acide chlorhydrique étendu (5^{gr}HCl). Après vingt-quatre heures, on a porté à 1^{lit}, neutralisé par la magnésie, ajouté un excès de cette base et distillé dans l'appareil Schlœsing. Après la première demi-heure d'ébullition : azote ammoniacal, 0^{gr},0047; après la seconde demi-heure, 0^{gr},0010. Si l'on admet le second chiffre comme représentant l'action propre de la magnésie, on voit que l'acide avait produit à froid : 0^{gr},0037 d'azote ammoniacal, soit 4 pour 100 de l'azote total de la matière, ou mieux 8 pour 100 de l'azote, répondant au dédoublement normal en acide aspartique et ammoniaque.

([1]) Les alcalis résultant de l'attaque du verre peuvent intervenir pour une faible dose dans ce chiffre.

» Cinq heures de contact à froid ont suffi pour produire $0^{gr},0007$ d'azote ammoniacal, avec le même acide, l'action étant d'ailleurs proportionnelle au temps. Avec un acide dix fois aussi étendu, en vingt-quatre heures, à froid, un centième du dédoublement normal était déjà produit.

» *Magnésie.* — L'action propre de la magnésie à l'ébullition sur l'asparagine a été déjà observée par M. Boussingault : nous avons fait une expérience comparative pour la préciser. Dans les conditions de nos essais, $0^{gr},5179$ d'asparagine et 2^{gr} de magnésie, etc., ont donné par demi-heure d'ébullition $0^{gr},0014$ d'azote ammoniacal; soit 4 pour 100 du dédoublement normal.

» *Eau pure.* — L'eau seule agit déjà à 100°, mais plus faiblement. On a obtenu en distillant, par demi-heure : azote ammoniacal, $0^{gr},00023$; soit 3 millièmes de la réaction normale. L'action a été trouvée proportionnelle au temps.

» *Soude.* — Comparons encore l'action de la soude à froid sur l'asparagine avec celle de l'acide chlorhydrique. $0^{gr},500$ d'asparagine, 50^{cc} d'eau et 6^{gr} de soude (NaO), en contact pendant vingt-quatre heures, ont dégagé $0^{gr},0257$ d'azote ammoniacal; soit près du tiers de l'azote total. $0^{gr},5175$ d'asparagine, après 5 jours : $0^{gr},0482$, soit la moitié de l'azote : c'est-à-dire à peu près tout l'azote éliminable sous forme d'ammoniaque dans la réaction normale.

» Ces nombres montrent que l'asparagine perd à froid cette portion d'azote sous l'influence des alcalis, plus aisément que l'urée. La magnésie agit bien plus faiblement. On remarquera que l'action de l'acide chlorhydrique étendu sur l'asparagine à froid est bien moins prononcée ($0^{gr},0037$ en vingt-quatre heures, au lieu de $0^{gr},0257$) que celle de la soude étendue; tandis que l'urée a donné lieu à une observation opposée.

» 4. Oxamide. — L'insolubilité de ce composé modifie profondément les conditions du contact : de là l'intérêt des expériences dont il a été l'objet.

» *Acide chlorhydrique.* — Avec l'acide chlorhydrique au dixième, on a broyé l'oxamide à froid, dans un mortier, pendant deux heures, puis on a filtré et dosé l'ammoniaque dans la liqueur par la magnésie; ce qui a fourni 7 millièmes de l'azote total : décomposition très sensible, si l'on remarque la courte durée et l'imperfection du contact de l'acide.

» *Magnésie.* — L'oxamide est décomposée assez vite par cet alcali. Une demi-heure d'ébullition a fourni, sous forme d'ammoniaque, 6,3 centièmes de l'azote total; la seconde demi-heure, 3,4 centièmes, ralentissement attribuable aux deux phases connues de la transformation : l'oxamide don-

nant d'abord de l'ammoniaque et de l'oxamate de magnésie, décomposable à son tour, mais plus lentement. L'existence réelle de cette étape a été mise en évidence dans les expériences thermiques de l'un de nous sur l'éther oxalique et l'ammoniaque (*Annales de Chimie*, 5e série, IX, 348).

» 5. C'est ici le lieu d'observer que les sels ammoniacaux eux-mêmes sont décomposés ou dissociés en présence de l'eau, avec mise en liberté d'ammoniaque. Nous avons exposé récemment des expériences détaillées à cet égard, qui établissent combien la décomposition du bicarbonate d'ammoniaque, même à froid, est facile et étendue. Nous rappellerons encore la décomposition du chlorhydrate d'ammoniaque lui-même, objet de l'étude antérieure de plusieurs expérimentateurs.

» Voici un chiffre nouveau, observé dans les conditions de nos études. $1^{gr},032$ de sel ammoniac, dissous dans 1^{lit} d'eau, ont été portés à l'ébullition pendant une heure et demie dans l'appareil Schlœsing. On a dosé l'acide chlorhydrique libre demeuré dans le ballon, soit $0^{gr},0016$; chiffre évidemment trop faible, une partie de l'acide ayant été distillée en même temps que l'ammoniaque, et une partie ayant été saturée par les alcalis du verre.

» En tout cas, la décomposition des sels ammoniacaux par l'eau doit entrer en compte dans les études analytiques des matières organiques complexes, susceptibles de fournir de petites quantités d'ammoniaque lorsqu'on les distille avec l'eau.

» 6. Les expériences précédentes ont été exécutées avec des amides simples, susceptibles de régénérer un acide et de l'ammoniaque, tant par l'action de l'eau pure, que par celle des acides, ou des alcalis minéraux étendus.

» L'action des acides, en particulier, varie d'intensité selon la nature de l'amide. Elle est presque instantanée avec le cyanate de potasse, plus lente, mais très marquée, avec l'urée, notable encore avec l'asparagine et l'oxamide.

» Elle a été trouvée proportionnelle au temps.

» Cette proportionnalité s'applique, bien entendu, aux petites variations; c'est-à-dire qu'elle représente l'équation différentielle de la vitesse du phénomène, conformément à la théorie de M. Berthelot, exposée il y a une vingtaine d'années et devenue aujourd'hui classique.

» L'action croît rapidement avec la température.

» Elle croît aussi avec la concentration : non pas tant en raison de la

variation de l'énergie chimique (¹) de la réaction qui préside au phénomène, qu'en raison de la multiplication, dans un temps donné, du nombre des contacts entre la molécule de l'amide et celle de l'acide, contacts renouvelés sans cesse par suite des mouvements intestins du liquide.

» L'action décomposante que l'acide chlorhydrique étendu exerce ainsi à froid sur les amides est comparable à celle que les alcalis puissants exercent de leur côté; mais elle n'est pas semblable, cet acide dédoublant certains amides, tels que l'acide cyanique et même l'urée, bien plus rapidement que ne le fait la potasse ou la soude, à dose équivalente, et dans les mêmes conditions de température et de concentration. Au contraire, d'autres amides, tels que l'asparagine, sont dédoublés plus aisément par la soude que par l'acide chlorhydrique.

» 7. Si l'on opérait, non plus avec les amides dérivés directement des sels ammoniacaux, mais avec les amines-alcools, dérivés des alcools ou des acides-alcools, ou bien encore avec les amides complexes, dérivés des amines précédentes, les résultats seraient d'une autre nature. En effet, les amines régénèrent l'ammoniaque bien plus difficilement, et souvent le dédoublement des amides complexes régénère tout d'abord des amines peu ou point volatiles, que la distillation avec la magnésie ne permet pas de doser.

» L'acide chlorhydrique d'ailleurs tend spécialement à régénérer les amines de leurs dérivés, en raison de leur fonction alcaline : tandis que les bases minérales tendent à mettre en jeu la fonction acide des générateurs. Dans le cas des fonctions multiples, telles que celui des amides dérivés des amines-acides de l'ordre de la glycollamine et des leucines, dans ce cas, dis-je, les acides minéraux, aussi bien que les alcalis minéraux, tendent à régénérer le même corps, à la fois azoté et oxygéné, parce qu'ils sont également susceptibles de s'y combiner, chacun de son côté : et cette action s'exerce tout d'abord, indépendamment de l'action propre de l'acide minéral pour reproduire l'ammoniaque. On voit comment la théorie explique la nature variable des énergies mises en jeu dans ces réactions.

» 8. Acide aspartique. — Citons comme exemple ce principe, qui est un acide-alcali, c'est-à-dire une malamine, dérivée de la fonction alcoo-

(¹) On parle seulement ici des acides dilués à un degré tel, que la formation de leurs hydrates soit complète; sinon il faudrait tenir compte de l'excès d'énergie répondant à ce second phénomène.

lique de l'acide malique. Il se comporte tout autrement que l'asparagine, son amide normal. L'acide aspartique bouilli avec l'eau pendant une heure n'a pas fourni d'ammoniaque. Avec la magnésie, il en a fourni tout d'abord une trace, peut-être à cause de la présence d'un peu d'asparagine; mais l'ébullition pendant la seconde demi-heure n'en a plus donné

» 9. Acide urique. — Cet acide, qui n'est pas non plus un simple amide ammoniacal, n'a pas fourni d'ammoniaque par ébullition avec la magnésie pendant une heure. Au contraire, l'acide urique, ayant été broyé pendant deux heures à froid avec l'acide chlorhydrique au dixième, la liqueur filtrée, puis distillée avec de l'eau et de la magnésie en excès, a donné un peu d'ammoniaque, répondant à 1 centième de l'azote total.

» 10. Les résultats sont plus compliqués, ainsi qu'il vient d'être dit, avec les amides mixtes, dérivés à la fois de l'ammoniaque et des amines alcooliques. Nous en avons présenté déjà un exemple avec l'asparagine, dérivé ammoniacal de la malamine. On pourrait en fournir bien d'autres, surtout avec l'albumine et les principes congénères, principes scindables par hydratation sous l'influence des acides aussi bien que des alcalis, en ammoniaque et amines diverses, leucines et leucéines, d'après les grands travaux de M. Schützenberger.

» Nous allons signaler certains faits qui manifestent une constitution analogue et une altérabilité du même ordre, par les acides comme par les alcalis, dans les principes azotés constitutifs de la terre végétale. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *La glycose, le glycogène, la glycogénie, en rapport avec la production de la chaleur et du travail mécanique dans l'économie animale. — Deuxième étude : Calorification dans les organes en travail;* par M. **A. Chauveau**. (En collaboration avec M. **Kaufmann**.)

« S'il existe des relations entre la consommation de la glycose dans les capillaires de la circulation générale et la production de la chaleur, à coup sûr c'est pendant le travail des organes que ces relations doivent se manifester. Nous avions donc à les étudier dans ces conditions nouvelles.

» C'est là un des points les plus importants de la Physiologie générale, mais aussi un des plus difficiles à aborder. Les combustions organiques, source de l'énergie et de toute activité dans l'économie animale, ont déjà fait l'objet d'un certain nombre d'études. On a recherché les modifications

qui surviennent pendant le travail, soit dans le sang des organes, soit dans les organes eux-mêmes. Ces recherches ont donné d'intéressants résultats; mais il est difficile d'en apprécier exactement la valeur. Voici pourquoi : Toutes ces recherches s'appuient, bien entendu, sur l'application du même principe expérimental, la comparaison de l'état de repos avec l'état d'activité des organes. Or, s'il est facile de réaliser le premier terme de la comparaison, il n'en est pas de même pour le second : il y a de très grandes difficultés à saisir les organes en état d'activité physiologique. On a tourné ces difficultés, en s'adressant, non aux organes en fonction normale et régulière, mais en état d'activité artificielle, provoquée par l'excitation électrique des nerfs, tantôt pendant la vie, tantôt et le plus souvent immédiatement après la mort. L'artifice est ingénieux. Mais la probabilité de son efficacité ne peut guère être établie qu'en démontrant que, sur un point au moins, les résultats donnés par le jeu artificiel des organes sont identiques à ceux du jeu naturel. De plus, il y a des faits de première importance qui ne peuvent être étudiés que dans les conditions mêmes de la véritable activité physiologique des organes, et les faits dont nous avions à nous occuper sont justement dans ce cas.

» Ces considérations nous ont déterminés à recourir, malgré les difficultés qu'elles présentent, aux expériences propres à nous donner pleine satisfaction. Nous nous sommes adressés à deux fonctions naturelles, s'exerçant simultanément, la mastication et l'insalivation, fonctions qu'il est loisible de provoquer ou de faire cesser à volonté, en offrant ou en retirant les aliments aux animaux. Déjà, ce sont deux organes appartenant aux appareils préposés à ces fonctions qui nous ont permis de comparer les combustions organiques dans les muscles et les glandes en état d'inactivité. Ce sont ces mêmes organes, le muscle masséter et la glande parotide, qui vont nous servir à étudier la calorification pendant le travail physiologique comparativement à l'état de repos. Encore moins que les précédentes, les expériences nécessaires à cette étude seraient possibles sur les petits animaux. Nous nous sommes servis surtout du cheval, parfois de la vache. Le cheval se prête très bien à ces expériences; il n'est point troublé dans son repas et il ne perd pas un coup de dent pendant les opérations nécessaires à l'extraction des humeurs à analyser. N'empêche que le succès de ces opérations ne soit soumis à certains aléas. Mais, avec beaucoup d'exercice et de patience, nous avons réussi à obtenir, dans des conditions de parfaite exactitude, tous les faits dont nous avions besoin. Aussi, sommes-nous en mesure de présenter avec confiance cette étude, la première qui

ait été faite, des combustions organiques pendant le travail vraiment physiologique des organes. Elle nous a permis de déterminer l'influence que ce travail physiologique exerce sur les rapports constatés, pendant le repos des organes, entre les combustions organiques et la consommation de la glycose. Voici la formule générale qui exprime la nature de cette influence :

» *Pendant le travail qui s'accomplit dans les organes en état d'activité physiologique, la quantité de glycose qui disparaît dans le système capillaire devient plus considérable, et est proportionnée à la suractivité des combustions excitées par la mise en jeu des organes, c'est-à-dire qu'il y a peu de sucre consommé en plus dans les organes où ces combustions sont peu augmentées, comme dans les glandes, et qu'il y en a beaucoup dans les organes, comme les muscles, où la suractivité des combustions est grande.*

» La démonstration de cette loi physiologique repose sur deux ordres d'expériences : les unes ayant pour but l'analyse comparative du sang avant et pendant l'exercice des organes; les autres, destinées à nous renseigner sur l'accélération que le fonctionnement des organes imprime à la circulation, c'est-à-dire sur l'augmentation qui en résulte pour le débit du sang à travers les organes. Ce dernier point a une importance de premier ordre. En effet, pour indiquer avec exactitude l'influence que le travail exerce sur les combustions organiques, il ne suffit pas de déterminer les quantités d'oxygène, d'acide carbonique, de sucre, etc., contenues dans le sang artériel et dans le sang veineux, d'une part pendant l'état de repos des organes, d'autre part pendant l'état d'activité. Il est encore indispensable que l'on connaisse la quantité relative du sang qui traverse ces organes, en un temps donné, dans l'un et l'autre état. La comparaison entre ces deux états n'est possible qu'à la condition qu'on tienne compte, aussi exactement que possible, des différences qu'ils introduisent dans l'activité circulatoire. Supposons, par exemple, que 1000^{gr} de sang perdent, en traversant le muscle masséter à l'état de repos, 100^{cc} d'oxygène, et 80^{cc} seulement dans l'état d'activité. En ne considérant que ces résultats de l'analyse quantitative, on arriverait à conclure que l'absorption d'oxygène est plus forte pendant l'état de repos que pendant l'état d'activité. Mais il en va tout autrement si on les rectifie, ou plutôt si on les complète, en introduisant dans le calcul les éléments fournis par la comparaison de l'activité circulatoire. Supposons en effet que, dans un temps donné, il passe à travers le muscle masséter deux fois plus de sang pendant la mastication; pour comparer la quantité d'oxygène qui est absorbée alors dans les vaisseaux capillaires avec

celle qui l'est pendant l'état de repos du muscle, on devra multiplier le chiffre 80 par 2, et l'on obtiendra, au lieu du rapport $\frac{100}{80}$, celui de $\frac{100}{160}$.

» Donc il importait de déterminer tout d'abord la suractivité imprimée par le travail à la circulation dans les deux organes choisis pour l'expérimentation, le masséter et la glande parotide. En appliquant le procédé, très suffisamment exact, qui consiste à ouvrir une veine émergente et à recueillir le sang qui s'en écoule dans un temps donné, nous avons constaté que, pendant le fonctionnement physiologique des deux organes susnommés, il passe, à travers leur substance, à peu près trois fois plus de sang que pendant l'état de repos. Il en résulte que les chiffres donnés par les analyses pour l'acide carbonique produit, l'oxygène absorbé, la glycose disparue, dans les organes en activité, doivent être multipliés par 3, si l'on veut obtenir les éléments d'une comparaison exacte.

» Avec les appareils hémodromographiques appliqués à la jugulaire ou à la carotide, on obtient une différence un peu moins forte. Ces appareils n'indiquent souvent qu'une activité deux fois et demie plus grande imprimée à la circulation pendant que l'animal prend son repas. Mais il faut remarquer que le département irrigué par la carotide ne comprend pas que les organes de la mastication et de l'insalivation; il y en a d'autres où il ne doit se manifester aucune suractivité notable dans le débit du sang.

» Ceci posé, il va être facile d'établir la comparaison qui permettra de s'assurer si, dans les capillaires, l'accroissement de la consommation de sucre marche avec l'accroissement des combustions, pendant le travail des organes.

» Commençons par montrer ce qui arrive dans les muscles. Nous allons d'abord donner les résultats de trois expériences, ayant pour but de comparer l'activité des combustions dans le muscle masséter, avant et après le repas. Comme dans notre étude sur la calorification dans les organes à l'état de repos, l'activité des combustions a été mesurée par la quantité d'oxygène qui disparaît et la quantité d'acide carbonique qui est produite pendant le passage du sang des artères dans les veines; de plus, pour assurer l'exactitude de la détermination de ces quantités, on a toujours eu soin de faire simultanément les prises de sang artériel et de sang veineux destinées à l'analyse.

» Le Tableau suivant fait bien ressortir les résultats et les enseignements de cette analyse :

Combustions musculaires.

Expériences.	Sang extrait pendant l'état de repos du muscle. Volume des gaz contenus dans 100 cc. de sang. Volume total.	CO².	O.	Az.	Différences indiquant l'activité des combustions.	Sang extrait pendant l'état d'activité du muscle (dix minutes après le début d'un repas d'avoine.) Volume des gaz contenus dans 100 cc. de sang. Volume total.	CO².	O.	Az.	Différences indiquant l'activité des combustions.
N° 1.	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc
Sang artériel.......	63,9	45,3	16,5	2,1	»	72,9	54,30	16,50	2,1	»
Sang veineux.......	70,5	58,5	8,7	3,3	»	71,0	64,35	3,35	3,3	»
Absorption d'oxyg..	»	»	»	»	7,8	»	»	»	»	13,15
Product. d'ac. carb.	»	»	»	»	13,2	»	»	»	»	10,05
Totalisation de l'oxygène absorbé et de l'ac. carb. produit.	»	1	»	»	21,0 × 1 = 21,0	»	»	»	»	23,20 × 3 = 69,6
N° 2.										
Sang artériel.......	66,9	49,5	15,0	2,4	»	70,8	52,2	16,05	2,55	»
Sang veineux.......	63,9	58,2	3,6	2,1	»	67,2	62,4	2,40	2,40	»
Absorption d'oxyg..	»	»	»	»	11,4	»	»	»	»	13,65
Product. d'ac. carb.	»	»	»	»	8,7	»	»	»	»	10,20
Totalisation de l'oxygène absorbé et de l'ac. carb. produit.	»	»	»	»	20,1 × 1 = 20,1	»	»	»	»	23,85 × 3 = 71,55
N° 3 (1).										
Sang artériel.......	66,9	49,5	15,0	2,4	»	70,2	52,2	15,9	2,1	»
Sang veineux.......	63,9	58,2	3,6	2,1	»	65,7	60,9	2,1	2,7	»
Absorption d'oxyg..	»	»	»	»	11,4	»	»	»	»	13,8
Product. d'ac. carb.	»	»	»	»	8,7	»	»	»	»	8,7
Totalisation de l'oxygène absorbé et de l'ac. carb. produit.	»	»	»	»	20,1 × 1 = 20,1	»	»	»	»	22,50 × 3 = 67,5
		Moyenne.......			20,4		Moyenne.......			69,55

» D'après les chiffres de ce Tableau, la quantité d'oxygène absorbé et d'acide carbonique produit, dans un temps donné, est égale en moyenne à

» 20,40 pendant le repos du muscle masséter;

» 69,55 pendant l'état d'activité de ce muscle.

» Autrement dit, l'activité des combustions est environ $3\frac{1}{2}$ fois plus grande dans le deuxième cas que dans le premier.

» Voyons maintenant ce qui concerne la consommation de la glycose au sein du même muscle masséter.

(1) Expérience faite sur le même sujet que l'expérience 2. Pour le muscle au repos, on a reproduit purement et simplement les chiffres de cette expérience 2, un accident survenu pendant l'analyse n'ayant pas permis d'obtenir des résultats complets avec les gaz recueillis dans l'expérience 3. Mais il y a lieu de penser, d'après les résultats partiels obtenus avant l'accident, que la présente substitution ne présente pas d'inconvénient.

Disparition du sucre pendant les combustions musculaires.

Expériences.	État de repos du muscle. — Glycose: dans 1000gr de sang artériel.	dans 1000gr de sang veineux.	disparue dans les capillaires.	État d'activité du muscle (dix minutes après le début d'un repas d'avoine). — Glycose: dans 1000gr de sang artériel.	dans 1000gr de sang veineux.	disparue dans les capillaires.
	gr	gr	gr	gr	gr	gr
1.	1,025	0,871	0,154	1,093	0,919	0,174
2.	0,905	0,866	0,039	0,948	0,907	0,041
3.	1,085	0,915	0,170	1,089	0,896	0,193
		Moyenne....	0,121		Moyenne....	0,136 × 3 = 0,408

Ainsi la quantité de glycose qui, dans un temps donné, disparaît du sang dans la traversée du muscle masséter est de :

» 0gr, 121 pendant l'état de repos;

» 0gr, 408 pendant l'état d'activité du muscle.

» Autrement dit, le masséter retient presque 3 ½ fois plus de sucre dans le deuxième cas que dans le premier.

» Il y a donc une relation étroite entre la perte du sang en sucre et l'accroissement des combustions pendant le fonctionnement physiologique du masséter.

» Nous pourrions citer d'autres séries d'expériences dont les résultats sont un peu plus complexes, mais tout aussi démonstratifs. Nous n'en parlerons pas quant à présent, car il est bon de n'appeler d'abord l'attention que sur des éléments simples. Il en sera question dans une autre partie de ce travail.

» La comparaison que nous allons poursuivre, en nous adressant à la glande parotide, va renforcer encore la démonstration qui vient d'être donnée.

» Voici une importante expérience relative à la détermination des combustions glandulaires :

Combustions glandulaires.

	Sang extrait pendant l'état de repos de la glande. — Volume des gaz contenus dans 100cc de sang. Volume total.	CO².	O.	Az.	Différences indiquant l'activité des combustions.	Sang extrait pendant l'état d'activité de la glande (dix minutes après le début d'un repas d'avoine). — Volume des gaz contenus dans 100cc de sang. Volume total.	CO².	O.	Az.	Différences indiquant l'activité des combustions.
	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc
Sang artériel......	70,5	53,1	15,3	2,1	»	70,5	51,3	15,6	3,6	»
Sang veineux......	69,0	55,2	11,4	2,4	»	66,2	51,5	12,9	1,8	»
Absorpt. d'oxygène.	»	»	»	»	2,1	»	»	»	»	2,7
Product. d'ac. carb.	»	»	»	»	3,9	»	»	»	»	0,2
Totalisation de l'oxygène absorbé et de l'acide carbonique produit.....					6,0 × 1 = 6					2,9 × 3 = 8,7

» C'est la seule expérience complète qu'il nous ait été donné de réussir parfaitement. Les difficultés opératoires se doublent ici de celles qui sont créées par le bon plaisir de l'animal. Il faut, pour qu'une parotide fonctionne activement, que l'animal mâche du côté de cette parotide; or il arrive trop souvent que le sujet se met à mâcher du côté opposé à celui qui est préparé pour les extractions de sang.

» On voit, d'après les chiffres du Tableau, combien peu les combustions sont activées par l'état d'activité de la glande parotide. La supériorité sur l'état de repos est représentée par le rapport $\frac{87}{60}$, c'est-à-dire que les combustions n'augmentent pas de moitié pendant que la glande parotide est en état de sécrétion active.

» C'est à peu de chose près le cas de la destruction de la glycose, comme l'indique l'expérience suivante, qui a été aussi parfaitement réussie, et où l'on a trouvé, comme rapport entre les deux états de la glande, $\frac{90}{70}$.

Disparition du sucre pendant les combustions glandulaires.

État de repos de la glande. — Glycose			État d'activité de la glande (10 minutes après le début d'un repas d'avoine). — Glycose		
dans 1000gr de sang artériel.	dans 1000gr de sang veineux.	disparue dans les capillaires.	dans 1000gr de sang artériel.	dans 1000gr de sang veineux.	disparue dans les capillaires.
0gr,936	0gr,929	0gr,007	0gr,980	0gr,977	0gr,003 × 3 = 0gr,009

» Cinq autres expériences, moins réussies en ce sens qu'il n'est pas possible de répondre de la réalisation exacte des conditions d'extraction du sang imposées pour rendre les résultats comparables, ont donné les chiffres moyens suivants :

État de repos.			État d'activité.		
Sang artériel.	Sang veineux.	Glycose disparue.	Sang artériel.	Sang veineux.	Glycose disparue.
0gr,828	0gr,785	0gr,043	0gr,841	0gr,826	0gr,015 × 3 = 0gr,045

» En somme, dans les glandes comme dans les muscles, on voit le travail des organes activer la destruction de la glycose proportionnellement à la suractivité des combustions dont ils sont le siège. Là où le travail n'entraîne qu'une faible transformation d'énergie et où les combustions s'activent à peine, il y a à peine augmentation du sucre consommé. Là où le travail s'accompagne d'une suractivité considérable des combustions, la disparition du sucre devient également considérable. Accord parfait, comme on le voit,

avec tous les faits exposés précédemment, pour montrer le rôle important joué par la glycose dans la production de la chaleur et du travail. »

CHIMIE. — *Fluorescences du manganèse et du bismuth.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« L'yttria, purifiée ainsi qu'il a été dit dans ce Recueil [1], ne donne plus (après sulfatation) la fluorescence de l'ancienne yttria impure; on n'aperçoit du moins qu'un reste de la bande jaune de Zα.

» Le mélange

$Yt^2O^3, 3SO^3$	100	102
MnO, SO^3	2	

produit une assez jolie fluorescence vert jaune dont le spectre consiste en une large bande qui commence, très nébuleuse vers $\lambda = 650$, a son maximum de lumière vers 564, possède encore une intensité sensible vers 509 à 504 et se termine très vaguement vers 489 à 484. On voit faiblement la bande de Zα. Si l'on chauffe le tube, la fluorescence diminue considérablement.

» En portant à $\frac{4}{100}$ la proportion de MnO, SO^3, on augmente un peu la fluorescence sans en altérer le caractère.

» Une trace de chaux ne paraît point causer la fluorescence Yt + Mn, car celle-ci est beaucoup plus jaune que Ca + Mn. Avec Yt + Mn, la fluorescence persiste moins longtemps (après la cessation du courant électrique) qu'avec Ca + Mn; elle est alors considérablement plus faible et de nuance bien plus jaune.

» Le mélange

$Yt^2O^3, 3SO^3$	100	102
$Bi^2O^3, 3SO^3$	2	

donne une très belle fluorescence rouge qui se résout au spectroscope en une bande moins indécise à gauche qu'à droite, commençant très nébuleuse vers 684 et ayant son maximum d'intensité vers 642 ou 640; il y a encore lumière notable vers 601 ou 600. La bande se termine très vaguement vers 579 à 577.

» La fluorescence de $Yt^2O^3, 3SO^3$ + Bi ne paraît pas pouvoir être attribuée à des traces de magnésie; car, avec le Mn au lieu de Bi, on n'obtient aucune trace de rouge; de plus, la solution chlorhydrique de l'yttria n'a

(1) *Comptes rendus*, p. 627; 11 octobre 1886.

pas donné le spectre du magnésium par l'étincelle d'induction; enfin l'éclat de $Yt^2O^3, 3SO^3 + Bi$ égale ou surpasse celui de $MgO, SO^3 + Bi$[1].

» La bande rouge de $Yt^2O^3, 3SO^3 + Bi$ diffère beaucoup de celle de $CaO, SO^3 + Bi$ qui est plus jaune.

» Après avoir examiné les fluorescences du manganèse et du bismuth respectivement ajoutés chaque fois à une seule substance, j'ai pensé qu'il ne serait pas sans intérêt d'étudier des mélanges plus complexes.

» 1° *Un seul dissolvant solide et deux matières actives donnant chacune de la fluorescence avec ce dissolvant.*

» Avec

CaO, SO^3	97	99
MnO, SO^3	1	
$Bi^2O^3, 3SO^3$	1	

la fluorescence est jaunâtre au centre et vert pâle plus loin des électrodes. La bande rouge orangé de $CaO, SO^3 + Bi$ brille avec plus d'éclat que le vert du spectre, lequel est toutefois notablement lumineux. Si l'on chauffe un peu le tube, la fluorescence devient partout jaune rosé et la bande rouge ne s'affaiblit guère, tandis que le vert du spectre s'assombrit. En chauffant davantage, on voit la fluorescence diminuer et redevenir verte, mais d'une nuance plus bleue qu'avant; la bande rouge pâlit presque jusqu'à s'éteindre.

» Les intensités du jaunâtre à froid, et plus encore du vert bleuâtre à chaud, sont considérablement inférieures à celle de la fluorescence verte d'un CaO, SO^3 (exempt de Bi) contenant $\frac{1}{100}$ de MnO, SO^3.

» Avec

MgO, SO^3	38	40
MnO, SO^3	1	
$Bi^2O^3, 3SO^3$	1	

on obtient une fluorescence rouge, belle, mais un peu sombre (il y a trop de matière active?), qui paraît résulter de la superposition des fluorescences $MgO, SO^3 + Mn$ et $MgO, SO^3 + Bi$.

» 2° *Un dissolvant solide et deux matières actives dont une seule fluoresce fortement en présence de ce dissolvant.*

» Avec

CdO, SO^3	118	120
MnO, SO^3	1	
$Bi^2O^3, 3SO^3$	1	

---

(1) L'yttria avait successivement subi des traitements soignés à AzH^3, acide oxalique et enfin AzH^3.

la fluorescence, d'un vert jaune, donne un spectre analogue à celui de CdO, SO^3 + Mn, mais paraissant s'étendre moins loin à droite et à gauche et être moins brillant qu'avec du CdO, SO^3 (exempt de Bi) contenant $\frac{1}{118}$ de MnO, SO^3.

» Avec

SrO, SO^3	100	102
MnO, SO^3	1	
Bi^2O^3, 3 SO^3	1	

il y a belle fluorescence orangée et bande du SrO, SO^3 + Bi. La présence du Mn semble toutefois atténuer l'éclat de la lumière.

» Avec un mélange de carbonates renfermant

CaO	100	102
MnO	1	
Bi^2O^3	1	

et fortement calciné, on a une fluorescence jaune un peu orangé, comme en l'absence du Bi, mais la lumière est notablement moins vive. Même bande qu'avec CaO, CO^2 + Mn fortement calciné.

» 3° *Deux dissolvants solides et une seule matière active donnant de la fluorescence avec chacun de ces dissolvants.*

» J'ai examiné les mélanges suivants de ZnO, SO^3; CaO, SO^3 et MnO, SO^3.

ZnO, SO^3	50	52,4	54,2	58,4	61	72	75	80	90	95	98
CaO, SO^3	50	47,6	45,8	41,6	39	28	25	20	10	5	2
MnO, SO^3	1	1,0	1,0	1,0	1	1	1	1	1	1	1
	101	101,0	101,0	101,0	101	101	101	101	101	101	101

» Avec $\frac{50}{100}$ de ZnO, SO^3, on obtient une fluorescence verte assez belle, mais moins brillante et de nuance plus jaune que celle de CaO, SO^3 + Mn. Il y a de rares points très légèrement rosâtres. Le spectre ne diffère guère de celui de CaO, SO^3 + Mn que par une trace de la bande rouge du ZnO, SO^3 + Mn. Ici donc l'effet Ca + Mn, bien qu'atténué et modifié, domine considérablement l'effet Zn + Mn.

» Avec $\frac{54,2}{100}$ de ZnO, SO^3, soit équivalents égaux de ZnO, SO^3 et de CaO, SO^3, on a une fluorescence un peu plus faible que celle du mélange à $\frac{50}{100}$ et verte, prise dans son ensemble, bien que parsemée d'assez nombreux points rougeâtres (1). On voit la bande rouge de ZnO, SO^3 + Mn.

(1) La coexistence de parties vertes et de parties rouge orangé dépend, sans doute, d'un partage inégal du Zn et du Ca lors de la cristallisation produite par l'évaporation de l'acide sulfurique.

Dans le spectre, ni le rouge, ni le vert ne sont brillants; le rouge domine un peu, étant concentré sur un moindre espace. Si l'on chauffe le tube, le vert s'affaiblit beaucoup en bleuissant légèrement; le rouge s'éteint après avoir passé par le jaune d'or [1].

» Jusque vers $\frac{75}{100}$ ou $\frac{80}{100}$ de ZnO, SO^3, la fluorescence est ensuite fort modérée; elle s'augmente après à mesure qu'on se rapproche du ZnO, SO^3 exempt de Ca.

» Avec $\frac{75}{100}$ de ZnO, SO^3, il y a mélange de vert et de rouge orangé (plus jaune que celui de ZnO, SO^3 + Mn); l'ensemble impressionne l'œil en jaune légèrement verdâtre. Le vert ne l'emporte donc plus que de très peu sur le rouge.

» Avec $\frac{80}{100}$ de ZnO, SO^3, la fluorescence est un peu plus brillante; le vert domine encore très légèrement.

» Avec $\frac{90}{100}$ de ZnO, SO^3, l'ensemble est jaune un peu orangé à froid et vert bleuâtre pâle à chaud. A froid, il y a mélange de vert et de rouge orangé; cette dernière couleur prédomine légèrement.

» Avec $\frac{95}{100}$ de ZnO, SO^3, l'ensemble est jaune un peu orangé ou jaune rosâtre; le rouge orangé l'emporte sur le vert, mais les grains verts sont assez nombreux. A chaud, il reste du vert affaibli et bleui.

» Enfin, avec $\frac{98}{100}$ de ZnO, SO^3, la fluorescence est d'un beau rouge orangé, d'une nuance très notablement plus jaune que le ZnO, SO^3 + Mn exempt de Ca. Surtout à une certaine distance des électrodes, on distingue encore quelques faibles points verts. A chaud, le rouge orangé passe au jaune, puis s'éteint, et l'on voit un faible reste de vert bleuâtre.

» Quand on suspend le courant d'induction, la fluorescence rémanente (orangée) du ZnO, SO^3 + Mn dure peu, mais celle (verte) du

---

(1)

ZnO, SO^3	100
MnO, SO^3	1
	101

donne une belle fluorescence rouge. Si l'on chauffe modérément le tube, le rouge s'affaiblit et passe au jaune par diminution plus rapide du côté le moins réfrangible de la bande. En chauffant davantage, on voit le jaune disparaître; il ne reste aucune fluorescence.

$CaO, SO^3 + Mn$ est assez persistante et s'observe fort aisément avec le présent mélange.

» Ainsi, pour $\frac{2}{100}$ de CaO, SO^3, l'effet $CaO, SO^3 + Mn$, quoique presque imperceptible à froid, se discerne un peu à chaud et très nettement (à froid) après l'arrêt du flux électrique ([1]).

» J'aurai prochainement l'honneur de soumettre à l'Académie la suite de cette étude. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de proposer une question pour le prix Damoiseau, à décerner en 1888.

MM. Tisserand, Faye, Lœwy, Janssen, Mouchez réunissent la majorité des suffrages. Le Membre qui, après eux, a obtenu le plus de voix est M. Wolf.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Traitement de la vigne par les sels de cuivre contre le mildew.* Note de MM. **Crolas** et **Raulin**, présentée par M. Debray.

(Renvoi à la Commission du mildew).

« Nous avons dosé, dans le laboratoire de la station agronomique du Rhône, le cuivre dans les produits de vignes traitées par les sels de cuivre.

» A. Vigne de Saint-Germain au Mont-Dore (champ d'expérience départemental) traitée vers le milieu de juillet :

» 1° Une parcelle par 1^{kg} de sulfate de cuivre dans 400^{lit} d'eau :

	Cuivre.
	mgr
1^{kg} de raisin a donné	3,00
1^{lit} de vin a donné	0,23
1^{lit} de piquette a donné	0
1^{kg} de marc a donné	11
1^{kg} de lie a donné	49

(1) On augmente de beaucoup l'intensité de la lumière verte en chauffant le tube peu après la suspension du courant électrique.

» 2° Une autre parcelle par 1^{kg} de sulfate de cuivre et 1^{lit} d'ammoniaque dans 400^{lit} d'eau :

	Cuivre.
	mgr
1^{kg} de raisin a donné	3,5
1^{lit} de vin a donné..............................	0,25
1^{lit} de piquette a donné........................	0,14
1^{kg} de marc a donné............................	12,8
1^{kg} de lie a donné	81

» 3° Une autre parcelle par la bouillie bordelaise, 6^{kg} de sulfate de cuivre et 15^{kg} de chaux par 100^{lit} :

	Cuivre.
	mgr
1^{kg} de raisin a donné..........................	3
1^{lit} de vin a donné..............................	0
1^{lit} de piquette a donné........................	0,1
1^{kg} de marc a donné............................	10,4
1^{kg} de lie a donné	92

» B. Vigne de Villié-Morgan (champ d'expériences départemental) traitée dans les premiers jours de juillet :

1° Une parcelle par 1^{kg} de sulfate de cuivre dans 400^{lit} :

	Cuivre.
	mgr
1^{kg} de raisin a donné..........................	1,5
1^{lit} de vin a donné..............................	0,2
1^{lit} de piquette a donné........................	0
1^{kg} de marc a donné............................	5,8
1^{kg} de lie a donné..............................	71

» 2° Une autre parcelle par la bouillie bordelaise (comme à Saint-Germain) :

	Cuivre.
	mgr
1^{kg} de raisin a donné	2,2
1^{lit} de vin a donné	0,36
1^{lit} de piquette a donné........................	0
1^{kg} de marc a donné............................	8,6
1^{kg} de lie a donné..............................	130

» C. Une vigne de la Gironde, traitée par l'ammonium de cuivre, a donné des vins contenant $0^{mgr},23$ et $0^{mgr},35$ de cuivre par litre; le marc en renfermait $0^{mgr},9$ par kilogramme.

» D. Une vigne de M. Bendu, à Odenas, traitée en partie par la bouillie bordelaise

et en partie par le sulfate de cuivre ammoniacal, en deux fois, au commencement et à la fin de juillet, a donné environ :

	Cuivre.
	mgr
1^{kg} de raisin..................................	1,7
1^{lit} de vin....................................	0,11
1^{kg} de marc	3,7
1^{kg} de lie....................................	71,8

» E. Un échantillon de vin traité par la bouillie bordelaise, dans des conditions indéterminées, a fourni 4^{mgr} de cuivre par litre.

» *Conclusions.* — 1° Quoique ces traitements, exécutés six semaines à deux mois avant la récolte, aient varié par la forme du sel de cuivre, et aussi par la richesse du liquide en cuivre, dans le rapport de 1 à 24 ou même plus, les quantités de cuivre trouvées à l'analyse sont, en général, très comparables : un simple calcul prouve qu'une portion très variable de cuivre, parfois considérable, a été éliminée; et le raisin en a retenu une partie qui ne varie que dans le rapport de 1 à 2; plus des $\frac{9}{10}$ de cette partie ont été fixés dans le marc; une bonne partie du reste a été entraînée par la lie, qui en prend une quantité relativement énorme au kilogramme, en sorte que le vin, et surtout la piquette, n'en retiennent que des proportions très minimes.

» 2° La quantité de cuivre qui reste dans un litre de vin, une fraction de 1^{mgr}; celle plus faible encore que dissout 1^{lit} de piquette, sont en général inoffensives; il est même vraisemblable que le vin perdra encore du cuivre à mesure qu'il ne dépouillera pas les dépôts en vieillissant. Toutefois le résultat E (4^{mgr} par litre) est une exception, qui prouve qu'il est nécessaire de se conformer aux prescriptions des mesures des procédés cités plus haut, pour les doses, les conditions de la pratique et l'époque du traitement.

» 3° Quoique le raisin ne retienne pas des quantités de cuivre immédiatement dangereuses (3^{mgr},5 au maximum par kilogramme), le traitement appliqué aux vignes dont les raisins sont destinés à l'alimentation mérite encore une plus sérieuse attention que celui des autres vignes, et le mode d'emploi des sels de cuivre le plus actif contre le mildew avec les moindres doses de cuivre dans la récolte doit être préféré à tous les autres. »

M. **Dechaux** adresse, pour le concours des prix Montyon, une « Relation de l'épidémie de variole de Montluçon, en 1886 ».

(Renvoi au concours des prix de Médecine et de Chirurgie, pour l'année 1887.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une traduction en langue allemande de la première Partie du Traité des machines de M. *Haton de la Goupillière* (Hydraulique et machines hydrauliques). (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

La **Société ouralienne d'Amateurs des Sciences naturelles** informe l'Académie qu'elle organise, à Ekatherinebourg (Russie), une exposition scientifique et industrielle de la Sibérie et des monts Ourals en 1887. L'ouverture de cette exposition est fixée au 15/27 mai, et la fermeture au 15/27 septembre.

CHIMIE. — *Sur les phosphates et arséniates d'argent*. Note de M. **A. Joly**, présentée par M. Debray.

« *Phosphates d'argent*. — Le phosphate triargentique PO^8Ag^3 précipité, obtenu par double décomposition, est amorphe. Il se dissout très aisément soit à froid, soit mieux lorsqu'on élève la température dans l'acide phosphorique; le poids du sel dissous est, à une même température, fonction de la teneur en acide, et pour une même concentration s'élève en même temps que la température. Sans insister en ce moment sur les lois numériques du phénomène, j'indiquerai seulement les limites entre lesquelles on doit faire varier la concentration de la solution phosphorique pour obtenir à volonté le phosphate triargentique cristallisé ou le phosphate diargentique PO^8Ag^2H.

» Une dissolution d'acide phosphorique renfermant moins de 38 d'acide anhydre pour 100 d'eau saturée de phosphate triargentique vers 80° laisse déposer par refroidissement des cristaux d'un beau jaune clair du composé triargentique [1].

---

[1] D'après les observations de M. Dufet, maître de conférences de Minéralogie à

» L'eau-mère, soumise à une nouvelle concentration, ne laisse déposer aucune matière solide; mais, si on la maintient à son volume primitif, elle peut de nouveau dissoudre du phosphate triargentique amorphe, qu'elle abandonne à l'état cristallisé par le refroidissement. On peut ainsi, avec un volume limité d'une dissolution phosphorique, faire cristalliser une quantité illimitée de sel triargentique.

» Mais si la solution phosphorique renferme, pour 100 parties d'eau, plus de 40 d'acide anhydre, elle laisse déposer par le refroidissement des cristaux incolores de la combinaison PO^8Ag^2H, dérivant d'un prisme hexagonal régulier avec hémiédrie à faces inclinées [1]. Le plus habituellement, ce sont de longs prismes accolés, terminés par un pointement rhomboédrique.

» Au contact de l'eau et de l'alcool, ces cristaux jaunissent immédiatement en se décomposant en phosphate triargentique et acide phosphorique; l'éther ne les altère pas, et l'on peut utiliser ce liquide pour débarrasser les cristaux d'un excès d'acide phosphorique qu'ils entraînent avec eux en se déposant.

» La production d'un phosphate argentique blanc avait été signalée par Berzélius, qui n'en a pas cependant donné la composition; Schwarzenberg n'a pu obtenir, en dissolvant le phosphate jaune dans l'acide phosphorique concentré, qu'une masse sirupeuse incristallisable, et ce n'est que par addition d'éther qu'il réussit à obtenir un précipité blanc de composition PO^8Ag^2H. Hurtzig et Geuther ont analysé de petits cristaux blancs préparés par évaporation directe, renfermant beaucoup moins d'argent que ne l'exigerait la formule ci-dessus, et qui n'étaient probablement qu'un mélange du sel biargentique et d'une combinaison monoargentique PO^8AgH^2.

» Si l'on s'écarte, en effet, beaucoup de la concentration de 40 d'acide anhydre pour 100 d'eau, on obtient de tels mélanges, difficiles à débarrasser de leur eau mère, et j'ai obtenu même quelquefois des cristaux présentant une composition peu différente de celle qui caractérise le sel monoargentique. Mais les cristaux étaient indistincts et les liqueurs dans

---

l'École Normale, qui a bien voulu se charger d'étudier les propriétés cristallographiques et optiques des divers composés signalés dans cette Note, les cristaux du phosphate triargentique sont des dodécaèdres rhomboïdaux b^1 modifiés par les faces de l'icositétraèdre a^2.

(1) Dufet, *Bulletin de la Société de Minéralogie*, t. IX, p. 36.

lesquelles ils s'étaient formés étaient trop sirupeuses pour qu'il devînt possible d'étudier systématiquement les conditions de leur formation.

» Entre 110° et 150°, les cristaux du sel biargentique perdent leur eau de constitution et, mis en présence de l'eau, ne se transforment plus en phosphate jaune; la poudre ainsi obtenue est donc du pyrophosphate d'argent. On observe la même transformation lorsqu'on chauffe vers 150° une dissolution sirupeuse de phosphate d'argent; par addition d'eau, la liqueur laisse déposer un précipité blanc, amorphe, de pyrophosphate d'argent. Hurtzig et Geuther obtenaient ce précipité blanc en ajoutant de l'éther à la masse sirupeuse chauffée longuement, et signalent ce fait comme un exemple curieux de transformation d'un orthophosphate en pyrophosphate par *voie humide*. Dans les conditions de température et de concentration où cette transformation s'effectue, on a affaire à un sel acide fondu et non à une dissolution aqueuse, et le fait ci-dessus montre seulement que l'orthophosphate PO^8Ag^2H peut se transformer en pyrophosphate à une température inférieure à celle où l'acide phosphorique se transforme en acide pyrophosphorique.

» *Arséniates d'argent.* — L'arséniate d'argent précipité se dissout en bien plus petite quantité que le phosphate dans l'acide libre.

» Toutes les fois que la liqueur renferme moins de 70 d'acide anhydre pour 100 d'eau, les cristaux, qui se déposent de la dissolution saturée à 80°, sont des cristaux noirs, opaques, très brillants, de l'arséniate triargentique AsO^8Ag^3; ce sont des dodécaèdres rhomboïdaux non modifiés.

» Si l'on dissout l'arséniate précipité dans un acide arsénique de composition $AsO^8H^3 + H^2O^2$, la liqueur laisse déposer des cristaux blancs de sel mono-argentique AsO^8AgH^2. Cette combinaison s'obtient avec la plus grande facilité, et en cristaux bien définis qui ont pu être étudiés au point de vue cristallographique et optique. D'après les mesures de M. Dufet, ce sont des prismes clinorhombiques; une trace d'eau suffit pour les décomposer en arséniate triargentique cristallin et acide libre. Ils perdent de l'eau un peu au-dessus de 100° et se changent en une poudre blanche amorphe, qui ne reprend de l'eau qu'avec une très grande lenteur et dont la composition est, par conséquent, AgO, AsO^5. Mais, avant de se déshydrater, ces cristaux subissent une modification singulière; chauffés brusquement, ils prennent une coloration d'un rouge vif. Ce changement de couleur doit être attribué à la transformation du sel, sous l'action de la chaleur, en acide arsénique et en un sel biargentique. En effet, lorsque, après

avoir additionné l'acide arsénique du sel triargentique et vérifié que, par refroidissement, des cristaux blancs se déposent, on continue d'ajouter du sel triargentique, en maintenant la liqueur un peu au-dessous de 100°, on voit se déposer des cristaux d'un rouge orange, qui, examinés au microscope, sont de petits prismes hexagonaux terminés par des pointements rhomboédriques. Ce mode de formation indique bien que l'on a affaire à une combinaison intermédiaire entre le triargentique et le monoargentique. Malheureusement, ces cristaux sont toujours souillés du liquide sirupeux au sein duquel ils se sont formés, et leur analyse est impossible.

» En chauffant les dissolutions sirupeuses d'acide arsénique au-dessus de 100°, on s'exposerait à obtenir des produits blancs, grenus, sans action sur l'eau et analogues à la combinaison $AgO, 2AsO^5$, signalée par Hurtzig et Geuther. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur quelques réactions colorées des acides titanique, niobique, tantalique, stannique.* Note de M. **Lucien Lévy** [1], présentée par M. Berthelot.

« I. Caractériser les acides titanique, niobique, tantalique, surtout en présence les uns des autres, ou bien en présence de l'acide stannique, est un problème difficile et présentant un nombre de solutions fort restreint. Tout nouveau caractère spécifique de ces acides me paraît donc présenter de l'intérêt, et je me propose d'en faire connaître quelques-uns. Les réactifs employés sont des corps présentant, presque tous, une fonction phénolique; par réciprocité, ces derniers pourront, à leur tour, être caractérisés à l'aide de ces mêmes acides minéraux.

» II. Le mode opératoire est celui-ci : mettre une trace du réactif (plus de $\frac{1}{4}$ de milligramme), humectée de 8 gouttes d'acide sulfurique, dans un verre de montre et ajouter quelques grains de poussière de l'acide à essayer ou bien une parcelle d'un de ses sels. Quand il s'agit de l'acide stannique, il est nécessaire d'en employer une assez grande quantité et d'ajouter un peu d'eau au mélange. Les résultats obtenus sont consignés dans les Tableaux suivants :

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de M. Jungfleisch, à l'École de Pharmacie.

Réactifs.	Colorations obtenues par l'acide titanique.	Colorations obtenues par l'acide niobique.
Morphine	Cramoisie.	Nulle.
Codéine	Nulle.	Mauve, lente à se produire.
Brucine	Légèrement cramoisie.	Café au lait.
Phénol	Rouge brique.	Jaune.
Naphtol α	Verdâtre, puis violette.	Verte, puis gris-ardoise.
Naphtol β	Café brûlé.	Gomme-gutte.
Thymol	Grenat.	Chair, puis brune.
Résorcine	Chair, puis chocolat.	Jaunâtre.
Hydroquinone	Cramoisie.	Gris sale, puis violet mauve.
Pyrocatéchine	Chocolat.	Gris perle.
Pyrogallol	Cramoisie, puis brune.	Gris verdâtre.
Acide salicylique	Chair, puis rouge brique.	Rose, puis chair.
Acide oxybenzoïque, méta	Jaune de chrome.	Jaune clair.
Acide oxybenzoïque, para	Idem.	Nulle.
Acide gallique	Rouge brique.	Nulle.

Réactifs.	Colorations obtenues par l'acide tantalique.	Colorations obtenues par l'acide stannique et l'eau.
Morphine	Jaune, puis brune.	Nulle.
Codéine	Vert d'eau.	Nulle.
Brucine	Rose thé.	Nulle.
Phénol	Rose, puis verte, pass. au rose par l'eau.	Nulle.
Naphtol α	Vert de Scheele.	Violet améthyste.
Naphtol β	Verdâtre.	Vert pomme.
Thymol	Jaune, puis verte, puis olivâtre.	Rose léger.
Résorcine	Gris sale, puis violet améth., puis rose.	Orangée.
Hydroquinone	Verdâtre, puis jaune.	Légèrement jaune.
Pyrocatéchine	Verdâtre.	Idem.
Pyrogallol	Idem.	Rose thé.
Acide salicylique	Nulle, noire le lendemain.	Nulle.
Acide oxybenzoïque, méta	Jaune très clair.	Nulle.
Acide oxybenzoïque, para	Nulle, groseille le lendemain.	Nulle.
Acide gallique	Nulle.	Nulle.

» III. *Remarques.* — 1. A l'exception de celles que produit l'acide stannique, toutes ces colorations disparaissent lorsqu'on ajoute quelques gouttes d'eau. Seules, les colorations dues à la brucine ne donnent pas un liquide incolore : la coloration rouge feu de la solution sulfurique de la brucine persiste après la dilution.

» 2. Il est nécessaire d'opérer avec des corps bien exempts d'acides azoteux ou azotique, de nitrites ou de nitrates; la vapeur nitreuse produite par l'acide sulfurique forme, dans les conditions de l'expérience, des dérivés d'une coloration très intense.

» 3. Le Tableau précédent montre que les réactifs employés possèdent une ou plusieurs fonctions phénoliques; toutefois, la brucine n'a pas, jusqu'ici, été considérée comme un phénol. D'autre part, les acides, les alcools,

les aldéhydes, les acétones, les quinons et les alcaloïdes dépourvus de fonctions phénoliques ne produisent pas de coloration. C'est, du moins, ce qui résulte d'expériences faites avec un grand nombre de substances très diverses.

» IV. Certains dérivés des phénols agissent également sur l'acide titanique : ainsi, l'acide phénylsulfurique donne une coloration orange, et le phosphate de triphényle, rose thé. C'est à ce même ordre de faits qu'il faut rapporter les colorations fournies par divers carbures; il se forme d'abord des dérivés sulfoconjugués : ainsi la benzine donne peu à peu une coloration jaune rougeêtre, le toluène une coloration café au lait, la naphtaline une coloration violet clair, puis grise.

» V. La silice, l'alumine, la zircone, l'oxyde jaune d'urane, ne donnent lieu à aucun phénomène visible, dans les mêmes conditions d'expérience.

» VI. *Applications analytiques.* — A. Les réactions colorées décrites plus haut permettent de reconnaître les acides titanique, niobique, tantalique et stannique, même mélangés entre eux. La méthode suivante m'a paru la meilleure : 1° calciner le mélange des sels à analyser, avec du carbonate d'ammoniaque, pour détruire toute trace d'acide nitrique; 2° traiter une partie du mélange, dans les conditions indiquées plus haut, par la morphine : une coloration cramoisie décèle l'acide titanique; 3° effectuer sur une autre partie du mélange la réaction de la codéine : une coloration mauve décèle l'acide niobique; 4° pratiquer l'essai sur une troisième partie du mélange avec la résorcine : une coloration violet améthyste (ou verte, s'il y a beaucoup des deux acides précédents, décèle l'acide tantalique; 5° une dernière partie du mélange, donnant par l'α-naphtol et l'eau une coloration violet améthyste, décèle l'acide stannique.

» B. Ces mêmes réactions fournissent également plusieurs méthodes pour caractériser certains phénols. Par exemple, dans un mélange de morphine et de codéine, l'acide titanique décèle même une trace de morphine et l'acide niobique indique la codéine (si celle-ci est en quantité suffisante). »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Des conditions qui favorisent la régénération des éléments de la cornée transparente.* Note de M. GILLET DE GRANDMONT.

« Toute plaie suppurée de la cornée, toute ulcération, tout sphacèle de cette membrane est, après cicatrisation, suivi d'une taie plus ou moins

épaisse, plus ou moins opaque. L'analyse histologique ne révèle cependant dans ce tissu cicatriciel que les éléments propres de la cornée; mais ils y sont plus nombreux, moins développés et moins régulièrement disposés que dans les parties saines.

» Cette prolifération tumultueuse et incohérente des éléments histologiques explique l'opacité du tissu de cicatrice : en effet, gênés dans leur développement, ces éléments ne peuvent arriver à reconstituer les fibres et les couches stratifiées de la cornée. Les fibrilles et les faisceaux fibrillaires, ayant perdu leur parallélisme, produisent avec les rayons lumineux des phénomènes de diffraction et de réflexion qui expliquent l'opacité apparente des taies. La disposition irrégulière des canalicules et des espaces lymphatiques, ainsi que l'accumulation par diapédèse des cellules lymphoïdes, contribuent également à l'aspect nacré des cicatrices confirmées. Or il existe des degrés dans l'opacité et dans l'irrégularité de la disposition des éléments histologiques; nous nous sommes donc proposé de rechercher, par des expériences sur les animaux, les conditions dans lesquelles la régénération intégrale d'une cornée pouvait avoir lieu.

» Pour cela, nous avons soumis deux séries d'animaux (lapins) à des traumatismes identiques de la cornée qui ont été ainsi produits; après avoir luxé l'œil du lapin hors de l'orbite, afin de l'immobiliser entièrement en le mettant à l'abri des contractions du muscle rétracteur, tantôt nous avons fait une abrasion des lames antérieures de la cornée en pénétrant jusque dans la chambre, tantôt nous avons fait tomber l'épithélium cornéen par une application de cocaïne ou par le grattage et nous avons enduit la surface dénudée avec du pus de catarrhe conjonctival; tantôt enfin nous avons cautérisé énergiquement la cornée avec le crayon de nitrate d'argent, le sulfate de cuivre ou le fer rouge.

» Une fois le traumatisme bien établi, et nous devons faire observer que, chez les animaux, il est très difficile de maintenir la lésion à son degré primitif de gravité, tant la réparation des traumatismes se fait avec une surprenante rapidité, nous avons traité la première série d'animaux par tous les topiques les plus irritants, tels que nitrate d'argent, sulfate de cuivre, chlorure de zinc, fer rouge, et considérés autrefois comme favorisant la cicatrisation cornéenne. Le résultat immédiat a été la production d'ulcères suppurant, et le résultat final, la formation de taies opaques, dans lesquelles on trouvait au microscope une accumulation considérable de leucocytes, formant une sorte de gangue au milieu de laquelle se trouvait

une agglomération de canalicules, d'espaces lymphatiques et de fibrilles cornéennes mal développées et irrégulièrement disposées.

» La seconde série d'animaux fut au contraire traitée très différemment. Loin de chercher à entretenir la suppuration lorsqu'elle fut bien établie, nous l'avons combattue énergiquement par les sels de mercure (bichlorure en solution au $\frac{1}{1000}$, biiodure au $\frac{1}{20000}$) qui sont jusqu'à ce jour les substances antiseptiques les plus propres à empêcher le développement des micro-organismes de la suppuration. Nous avons, en outre, par tous les moyens de contention en notre pouvoir, mis les animaux dans l'impossibilité d'infecter leur plaie, et nous nous sommes abstenu de tous ces attouchements des plaies qui, sous prétexte de favoriser le développement des bourgeons charnus, n'ont d'autre effet que d'entraver le travail de réparation naturelle. Nous faisions seulement, avec des solutions mercurielles, des instillations toutes les heures ou toutes les deux heures. Par ces moyens, nous avons obtenu des cicatrices translucides, non adhérentes à l'iris, que l'analyse histologique montrait débarrassées de la gangue de cellules lymphoïdes et constituées par des fibres, des cellules et des espaces lymphatiques presque normalement développés et disposés régulièrement, de sorte que l'astigmatisme cornéen, bien qu'irrégulier, l'était beaucoup moins que pour les cicatrices de la première série.

» Ces faits nous ont conduit à admettre que la médication qui favorise le mieux la régénération intégrale des éléments cornéens avec stratification transparente repose sur les trois facteurs suivants : suppression de la suppuration, repos de l'organe, absence de toute intervention irritante. Dans ces conditions, tant que le sphacèle a épargné quelques éléments constitutifs de la cornée, tant que l'œil ne s'est point vidé, on peut espérer la restauration de la cornée et le retour des fonctions de l'organe. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur un procédé d'augmentation de la virulence normale du microbe du charbon symptomatique et de restitution de l'activité primitive après atténuation.* Note de MM. ARLOING et CORNEVIN, présentée par M. Chauveau.

« Après avoir consacré plusieurs années à l'étude des moyens d'atténuer le virus du charbon symptomatique, de le rendre vaccinal, et de faire passer les inoculations préventives dans la pratique, nous avons dirigé notre atten-

tion sur la possibilité d'augmenter l'activité de ce virus et de la lui restituer quand elle a été atténuée.

» Indépendamment de l'intérêt qu'elles offrent pour l'histoire générale des virus, ces recherches nous paraissent jeter du jour sur l'étiologie du charbon et sur quelques particularités qui se présentent dans la pratique des vaccinations.

» I. On peut communiquer au virus du charbon symptomatique une activité supérieure à celle qu'on lui connaît habituellement. La mort étant la terminaison ordinaire du charbon, la mesure de la virulence est déterminée par le temps qui s'écoule entre le moment de l'inoculation et celui où le sujet succombe, toutes choses étant égales quant à la quantité de virus inoculée, à la voie d'introduction dans l'économie, à l'âge, au poids, au sexe, à l'espèce et au régime des animaux d'expérience.

» Dans les conditions habituelles, si l'on dépose dans la cuisse d'un cobaye adulte trois gouttes de liquide de pulpe musculaire provenant d'un sujet qui vient de succomber au charbon spontané ou inoculé, la mort arrive de la quarantième à la cinquantième heure. Il est possible de faire évoluer la maladie plus rapidement et de provoquer le dénouement à la dix-huitième, à la quinzième et même à la douzième heure après l'inoculation, ce qui revient à dire que l'activité du virus a été doublée, triplée et même quadruplée.

» Pour accroître la virulence, des considérations de divers ordres nous engagèrent à nous servir de l'acide lactique; à l'aide de ce produit, nous avons obtenu le résultat poursuivi. On additionne d'un cinquième d'acide lactique le virus dont on veut activer les propriétés pathogènes et on laisse le mélange en contact vingt-quatre heures avant d'inoculer. On obtient un virus dont l'énergie normale est au moins doublée.

» Si l'on verse, dans le mélange précédent, un peu d'une eau additionnée d'un sucre très fermentescible, et qu'on pratique des inoculations après le temps de contact indiqué, on communique au virus une activité maximum. L'expérience suivante donnera une idée nette de ce qui se passe dans ce cas :

» On prend deux lots, aussi assortis que possible, de trois cobayes chacun; chaque sujet du premier groupe reçoit à la cuisse trois gouttes du liquide virulent ordinaire. Chaque cobaye du second reçoit, à la même région, une égale quantité du même liquide, auquel on a ajouté, trente heures auparavant, un mélange d'eau sucrée et d'acide lactique.

» Les trois cobayes du premier lot meurent entre la quarantième et la cinquantième heure après l'inoculation.

» Ceux du second succombent de la douzième à la quinzième heure.

» II. Puisque la propriété nosogène des microbes est variable, contingente et susceptible d'être dissociée de leurs fonctions végétatives, les résultats précédents, obtenus sur le virus normal du charbon symptomatique, nous engagèrent à rechercher si l'on pouvait restituer à ce contage sa virulence première, lorsqu'il a été atténué par l'un des divers procédés que nous avons déterminés antérieurement.

» Nous avons déjà exposé qu'on peut y arriver en le faisant passer par l'organisme d'un cobaye qui vient de naître.

» On obtient la même restitution en agissant directement sur le vaccin par l'acide lactique. Il suffit d'ajouter, à l'eau dans laquelle on délaye le vaccin charbonneux pour l'emploi médical, un cinquième en volume de cet acide, et de laisser en contact un laps de temps égal à celui du chauffage nécessaire à l'atténuation, soit six heures. L'inoculation du virus traité de cette manière n'est plus vaccinale, elle détermine sûrement la maladie charbonneuse mortelle.

» Ce n'est pas seulement lorsque le virus a été atténué par les procédés de laboratoire qu'il peut être régénéré au moyen de l'acide lactique, mais encore quand il s'est affaibli spontanément dans le sol arable par l'action naturelle des agents physiques.

» Une fois la virulence récupérée, elle se conserve avec son activité normale et elle produit invariablement ses conséquences fatales, tant que les causes habituelles d'atténuation ne viennent point à faire sentir leur action.

» III. Les démonstrations précédentes concourront probablement à expliquer la plus grande fréquence du charbon symptomatique dans les pays d'industrie laitière, comparativement aux pays d'élevage et d'engraissement. Dans les premiers, les germes charbonneux sont plus exposés que dans les seconds à être soumis au contact de l'acide lactique.

» A leur lumière, on s'expliquera aussi avec moins de difficulté l'irrégularité des ravages du charbon. En effet, les microbes de cette affection ne conservent leur virulence que s'ils ont été desséchés rapidement ou enfouis profondément dans la terre et placés dans les conditions de la vie sans air. Le plus souvent, ils sont projetés à la surface du sol, ou déposés à une petite profondeur ; ils s'y atténuent naturellement et deviennent inof-

fensifs. Or, la terre arable étant le siège de fermentations multiples, l'activité du virus peut être ici augmentée, là diminuée.

» Enfin, l'acide lactique ou sarcolactique étant un produit de l'activité musculaire, y aurait-il témérité à admettre que la production plus ou moins considérable de cet acide, normalement ou accidentellement, détermine la réceptivité ou la susceptibilité de telle espèce ou de tel individu pour le virus du charbon symptomatique? Cette hypothèse n'est pas invraisemblable, et comme rien, à l'heure actuelle, ne permet d'apprécier à l'avance la proportion d'acide sarcolactique que fournira le tissu musculaire, on ne saurait prévoir, d'une manière certaine, si une inoculation vaccinale ne se transformera pas en une inoculation mortelle. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur des essais de vaccination antituberculeuse.* Note de M. VITTORIO CAVAGNIS [1].

« J'ai constaté que l'acide carbolique en solution aqueuse, à 2 pour 100, détruit la virulence des matières tuberculeuses, et qu'en solution plus faible (1,25 pour 100) il l'atténue. J'ai voulu voir si, en imitant la méthode de M. Pasteur, qui consiste dans des inoculations d'abord tout à fait inactives, puis faibles, et enfin graduellement de plus en plus virulentes, je ne pourrais pas rendre les animaux inoculés réfractaires à l'action du virus tuberculeux. Pour cela, j'ai soumis deux cobayes et trois lapins, sains et robustes, qui m'avaient été apportés, peu de jours auparavant, de la campagne, à des inoculations hypodermiques (régions de l'abdomen et du dos) de crachats tuberculeux, traités [2] par une solution phénique d'abord faible, puis de plus en plus forte, pour finir par l'inoculation de crachats tuberculeux non traités par cet acide.

» Les inoculations ont commencé le 3 mai 1886 pour les cobayes, et le 8 août pour les lapins.

---

(1) *Voir* mes expériences dans les *Atti del R. Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti*, 1885-1886.

(2) Je prenais 1^{gr} du crachat d'un malade atteint de tuberculose pulmonaire très avancée, et, après y avoir reconnu la présence d'un grand nombre de bacilles de la tuberculose, je le faisais bien dissoudre dans 4^{gr} de la solution d'acide carbolique; j'abandonnais le tout en repos et bien couvert pendant deux heures au moins, je le faisais bien mêler de nouveau, de sorte qu'il devenait partout uniforme, et j'en inoculais sous la peau cinq gouttes à peu près avec une seringue de Pravaz bien stérilisée.

Inoculation hypodermique de crachats tuberculeux, traités par la solution d'acide carbolique.

Pour 100.	Au cobaye *a*. 1886.	Au cobaye *b*. 1886.
5.......	3 mai.	3 mai.
$4\frac{3}{4}$.....	4 »	9 »
$4\frac{1}{2}$.....	5 »	10 »
$4\frac{1}{4}$.....	6 »	11 »
4.......	7 »	12 »
$3\frac{3}{4}$.....	8 »	13 »
$3\frac{1}{2}$.....	12 juin.	12 juin.
$3\frac{1}{4}$.....	13 »	Comme au cobaye *a*.
3.......	14 »	*Id.*
$2\frac{3}{4}$.....	15 »	*Id.*
$2\frac{1}{2}$.....	16 »	*Id.*
$2\frac{1}{4}$.....	17 »	*Id.*
2.......	18 »	*Id.*
$1\frac{3}{4}$.....	19 »	*Id.*
$1\frac{1}{2}$.....	20 »	*Id.*
$1\frac{1}{4}$.....	21 »	*Id.*
1.......	22 »	*Id.*
$0,\frac{3}{4}$....	23 »	*Id.*
$0,\frac{1}{2}$....	24 »	*Id.*
$0,\frac{1}{4}$....	25 »	*Id.*

o^gr^,10 de crachats tuberculeux, dissous dans o^gr^,5 d'eau distillée, ont été inoculés sous la peau, le 29 juin 1886.

Pour 100.	Au lapin *a*. 1886.	Au lapin *b*. 1886.	Pour 100.	Au lapin *c*. 1886.
5........	8 août.	»	$3\frac{5}{10}$.....	8 août.
$4\frac{4}{5}$.......	9 »	»	$3\frac{4}{10}$.....	9 »
$4\frac{3}{5}$.......	10 »	Comme au lapin *a*.	$3\frac{3}{10}$.....	10 »
$4\frac{2}{5}$.......	11 »	*Id.*	3........	11 »
$4\frac{1}{5}$.......	12 »	*Id.*	$2\frac{8}{10}$.....	12 »
4........	13 »	*Id.*	$2\frac{6}{10}$.....	13 »
$3\frac{4}{5}$.......	14 »	*Id.*	$2\frac{4}{10}$.....	14 »
$3\frac{3}{5}$.......	15 »	*Id.*	$2\frac{2}{10}$.....	15 »
$3\frac{2}{5}$.......	16 »	*Id.*	2........	16 »
$3\frac{1}{5}$.......	17 »	*Id.*	$1\frac{9}{10}$.....	17 »
3........	18 »	*Id.*	$1\frac{8}{10}$.....	18 »
$2\frac{4}{5}$.......	19 »	*Id.*	$1\frac{7}{10}$.....	19 »
$2\frac{3}{5}$.......	20 »	*Id.*	$1\frac{6}{10}$.....	20 »
$2\frac{2}{5}$.......	21 »	*Id.*	$1\frac{5}{10}$.....	21 »
$2\frac{1}{5}$.......	22 »	*Id.*	$1\frac{4}{10}$.....	22 »
2........	23 »	*Id.*	$1\frac{3}{10}$.....	23 »
$1\frac{9}{10}$.....	24 »	*Id.*	$1\frac{2}{10}$.....	24 »
$1\frac{7}{10}$.....	25 »	*Id.*	$1\frac{1}{10}$.....	25 »
$1\frac{5}{10}$.....	26 »	*Id.*	1........	26 »
$1\frac{4}{10}$.....	27 »	*Id.*	$0,\frac{9}{10}$....	27 »
$1\frac{2}{10}$.....	28 »	*Id.*	$0,\frac{8}{10}$....	28 »
$1\frac{1}{10}$.....	29 »	*Id.*	$0,\frac{7}{10}$....	29 »
$0,\frac{9}{10}$....	30 »	*Id.*	$0,\frac{6}{10}$....	30 »
$0,\frac{8}{10}$....	31 »	*Id.*	$0,\frac{5}{10}$....	31 »
$0,\frac{6}{10}$....	1 sept.	*Id.*	$0,\frac{4}{10}$....	1 sept.
$0,\frac{5}{10}$....	2 »	*Id.*	$0,\frac{3}{10}$....	2 »
$0,\frac{3}{10}$....	3 »	*Id.*	$0,\frac{2}{10}$....	3 »
$0,\frac{2}{10}$....	4 »	*Id.*	$0,\frac{1}{10}$....	4 »

Le 5 septembre, j'ai inoculé sous la peau des lapins *a*, *b*, *c* et *d* o^gr^,10 de crachats tuberculeux, dissous dans o^gr^,5 d'eau distillée.

Le lapin *d* était sain et n'avait subi aucune préparation.

» Ayant tué, le 31 juillet, au moyen du chloroforme, les deux cobayes, j'ai trouvé le cobaye *a* bien portant et, en apparence, de parfait embonpoint : il avait quatre tubercules sur la rate, une masse caséeuse dans le tissu cellulaire sous-cutané, au niveau d'une des dernières inoculations; les glandes lymphatiques pré-hépatiques étaient tuméfiées et offraient quelques petits foyers caséeux.

» Le second cobaye *b* était une femelle grosse de cinq petits et presque à terme; elle était parfaitement saine et ne présentait même pas trace des inoculations reçues.

» Le 3 novembre, mourut un lapin qui n'avait subi aucune inoculation préalable et chez lequel on avait inoculé, le 5 septembre, $0^{gr},10$ de crachat tuberculeux. Il présentait une ulcération dans le point où avait été pratiquée l'injection, dans la région abdominale. Il y avait plusieurs tubercules gris dans les poumons; les glandes péribronchiales étaient légèrement tuméfiées; la rate, d'un volume quadruple du volume normal, n'était presque plus qu'une réunion de tubercules, la plupart jaunes; le foie était augmenté de volume, de couleur chocolat, et contenait un grand nombre de petits tubercules gris, particulièrement à la superficie; les glandes lymphatiques lombaires et pré-hépatiques étaient fortement tuméfiées et présentaient des foyers caséeux.

» Le 12 novembre, j'ai tué les trois lapins *a*, *b* et *c* qui avaient subi des inoculations préalables; ils avaient les organes de la poitrine et de l'abdomen tout à fait sains. Chez aucun d'eux, les glandes lymphatiques n'étaient tuméfiées et ils présentaient tous les trois de 6 à 10 masses de consistance crémeuse, encapsulées, du volume d'un pois à celui d'une noisette, dans les régions où j'avais fait les inoculations. Ces masses étaient constituées par des globules purulents un peu ridés, et la recherche des bacilles de la tuberculose y a donné partout un résultat négatif.

» Comme on voit, l'inoculation d'une matière tuberculeuse, d'abord dépouillée de toute virulence, puis douée d'une virulence spécifique faible et enfin complètement active, n'a pas déterminé le développement de la tuberculose chez un cobaye et chez trois lapins et semble les avoir rendus réfractaires à une inoculation ultérieure de matière tuberculeuse non traitée par l'acide phénique. Sur un des deux cobayes ainsi traités, l'inoculation faite avec la même matière tuberculeuse non modifiée s'est montrée beaucoup moins infectieuse que dans les conditions ordinaires. Il serait assurément téméraire de me croire autorisé par ces faits à formuler des conclusions formelles. J'ajouterai seulement que, parmi plusieurs douzaines

de cobayes et de lapins que j'ai inoculés avec des crachats tuberculeux naturels, c'est-à-dire non modifiés par des agents physiques ou chimiques, le cobaye *b* et les lapins *a*, *b* et *c* de cette expérience ont été les seuls qui soient restés exempts de tuberculose.

» Les expériences que je fais maintenant me démontreront si la vaccination pastorienne est vraiment applicable à la tuberculose; et, s'il en est ainsi, il faudra rechercher si la vaccination pastorienne est applicable à la tuberculose seulement dans un but prophylactique, ou si elle peut avoir aussi des effets curatifs. Il faudra en outre s'assurer si l'atténuation du virus, nécessaire pour cette vaccination, ne peut être obtenue que par des moyens chimiques ou si l'on peut arriver au même but à l'aide de moyens physiques. »

ANATOMIE ANIMALE. — *De la conformation des organes génitaux externes chez les femelles de singes anthropomorphes du genre* Troglodytes. Note de M. **A.-T. de Rochebrune**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« De tous les Singes actuellement connus, les *Macaques* et les *Cynocéphales* sont à peu près les seuls dont les femelles présentent, à certaines époques fixes, un état particulier des organes génitaux externes. Cet état, on le sait, consiste en un développement souvent considérable de tout l'appareil, accompagné d'une sécrétion plus ou moins abondante de mucus sanguinolent. L'examen des dépouilles de plusieurs femelles adultes de *Troglodytes niger* et *Tschego*, soit sèches, soit conservées dans l'alcool, avaient à diverses reprises appelé notre attention sur les régions occupées par les organes en question; et devant la présence constante d'un large espace dénudé, sillonné de rides profondes, de bourrelets assez régulièrement répartis, nous nous étions demandé si là, peut-être, il n'était pas possible de reconnaître les traces d'une organisation similaire à celle des *Cynocéphales*. Nos suppositions se sont dernièrement changées en certitude, par suite de l'étude d'une femelle de *Troglodytes niger* adulte (âgée de 8 ans), en parfait état de santé, et faisant partie de la Ménagerie de M. Bidel.

» Chez cette femelle, les organes génitaux externes se présentent sous deux états : l'un que nous qualifierons de *normal*, l'autre de *turgescent*.

» A l'état normal, toute la région postérieure, c'est-à-dire un espace circulaire passant au-dessus de l'anus et comprenant la région coccygienne et

les parties occupées chez les autres Singes par les callosités, est nu, lisse, d'un rose légèrement teinté de bistre; au-dessous de l'anus, un bourrelet saillant s'étend en travers de la partie antérieure de la région périnéale et donne attache à une sorte de sac piriforme, de la grosseur du poing environ.

» Ce sac, ou mieux cette tumeur piriforme, présente à considérer deux faces et une extrémité. La face postérieure, lisse dans sa plus grande étendue, séparée du bourrelet périnéal par une forte dépression, s'incline d'avant en arrière, suivant une courbe régulière, elliptique; l'extrémité, obtuse, volumineuse, est plissée et teintée de brun. La face antérieure présente une fente longitudinale, limitée de chaque côté par une lèvre ovoïde, tuméfiée, dont le volume va en diminuant du côté du clitoris; le bord des lèvres porte des plis longitudinaux assez accusés, et leur base bilobée repose sur la face antérieure de l'extrémité obtuse et plissée. Flasque et mobile, la tumeur piriforme pend entre les cuisses de l'animal; sa couleur générale est rosée, les plis longitudinaux des lèvres, d'un rouge brillant, tranchant sur le roux par les parties voisines.

» Après une moyenne de quinze à dix-huit jours de cet état normal, un périodisme de fluxion se manifeste par la turgescence de toutes les parties précédemment décrites. Le bourrelet périnéal acquiert un développement considérable, la marge de l'anus se revêt de tumeurs arrondies saillantes, la tumeur piriforme s'élargit et se tuméfie; les lèvres, triplées de volume, s'écartent et laissent entrevoir dans leur intervalle un vaste infundibulum au fond duquel s'ouvre le vagin; enfin le clitoris, primitivement caché sous les replis de la commissure des lèvres, fait saillie au dehors : l'organe, dans son ensemble, a acquis le volume d'une tête d'enfant, avec une coloration d'un rose intense brillant et lustré. Au bout de quatre à six jours, la fluxion périodique diminue insensiblement et tout retombe dans la flaccidité première, jusqu'au 18 du mois suivant, ou les mêmes phénomènes apparaîtront. Un mucus roussâtre assez abondant lubrifie les parois internes des organes pendant la période de turgescence.

» Cette conformation remarquable des organes génitaux externes des *Troglodytes* femelles ne nous semble pas avoir été encore signalée : elle peut devenir un argument d'une valeur réelle pour ceux qui, comme nous, refusent aux Singes en général, et aux *Anthropomorphes* en particulier, une relation quelconque avec l'homme.

» L'espace nous fait ici défaut pour analyser, même succinctement, la discussion que nous avons cru devoir formuler à ce sujet, dans notre Étude

des Anthropomorphes africains, en ce moment sous presse (deuxième Fascicule du *Supplément de la Faune de la Sénégambie*); nous ne pouvons cependant nous empêcher de dire que plus on pénètre profondément dans l'étude de ces Anthropomorphes, plus on voit s'abaisser le piédestal sur lequel on a si souvent cherché à les placer, plus on reconnaît la justesse de vue de l'immortel auteur de l'*Histoire naturelle des animaux,* lorsqu'il écrit :

» Ce Singe n'est, dans la vérité, qu'un pur animal portant à l'extérieur un masque de figure humaine; un animal au-dessous de plusieurs autres par les facultés relatives, et encore essentiellement différent de l'homme par le naturel, par le tempérament, par toutes les habitudes réelles qui constituent ce qu'on appelle *nature* dans un être particulier. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Observations sur la blastogénèse continue du* Botrylloides rubrum *M.-E.* Note de M. S. **Jourdain**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Cette Synascidie est très commune à Saint-Vaast-la-Hougue, où sa zone d'habitat littorale est très étendue, puisqu'on la rencontre sur les points qui découvrent à chaque marée, aussi bien qu'au niveau des plus basses eaux. Tous les cormus, presque sans exception, y sont d'un beau rouge de Saturne et méritent par conséquent la dénomination spécifique choisie par Milne-Edwards, tandis qu'à Roscoff, d'après M. Giard, la même espèce ne présente qu'accidentellement cette coloration.

» Le *Botrylloides rubrum* émet des embryons vers le mois de juillet. L'embryon consiste en une petite masse turbinée, qui se continue en un long appendice caudal, à l'aide duquel le jeune animal nage avec agilité. Le manteau présente huit prolongements en doigt de gant, qui ne sont autres que les premiers vaisseaux coloniaux (*tubes marginaux* de Savigny). Au centre de la couronne formée par ces huit tubes, on remarque un appareil, muni de bâtonnets hyalins, dont le rôle n'est pas encore bien défini.

» On sait, par les observations de Krohn, en particulier, que cette larve, à peine fixée, donne naissance à deux longueurs qui se développent avec rapidité et se substituent à la larve mère, qui est complètement résorbée. Ces deux blastozoïtes n'ont à leur tour qu'une existence éphémère et produisant, par blastogénèse, chacun deux nouveaux individus dont le groupement constitue l'origine du cormus. On admettait que ces quatre

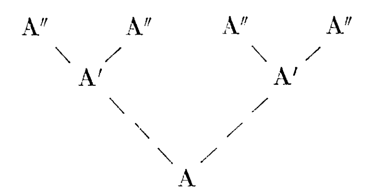
blastozoïtes étaient permanents et que le cormus se complétait par l'adjonction blastogénétique de nouveaux individus, permanents également, se disposant en une double file sinueuse, comme on le voit chez les Botrylloïdes.

» Dans son Mémoire de 1872, M. Giard, traitant de la blastogénèse chez les Synascidies, s'était préoccupé de la présence, chez les Botrylles et les Botrylloïdes, d'individus placés dans le cormus, en dehors et dans l'intervalle de ceux qui constituaient le cycle en activité. Ce naturaliste avait été amené à conclure que les blastozoïtes de ce cycle plus extérieur étaient *les plus âgés* et avaient été *repoussés à la périphérie* par ceux du cycle interne, qui, plus jeunes, étaient destinés à rajeunir le cormus. En outre, M. Giard ne considérait pas ce bourgeonnement intercalaire comme normal, mais il le mettait au nombre de ces *phénomènes limites* qui *constituent une sorte de physiologie tératologique*, de ces moyens employés par la nature pour se créer des *suppléments,* dans le sens où l'entendait Buffon.

» Les observations que j'ai poursuivies pendant une année, sur le *Botrylloïdes rubrum* et sur divers Botrylles, m'ont démontré que ces propositions ne peuvent être acceptées comme l'expression de la vérité. La blastogénèse, avec substitution de bourgeon au parent, n'est pas restreinte à la période post-larvaire. Elle est continue, c'est-à-dire se produit pendant toute la vie du cormus; elle n'est qu'accélérée pendant la période post-larvaire. De plus, cette blastogénèse est *centripète,* c'est-à-dire que les individus de nouvelle formation apparaissent *en dehors* de ceux qui composent le cycle en activité et qu'ils sont appelés à remplacer. En effet, les quatre blastozoïtes fondateurs, suivant l'opinion courante, de la colonie définitive, bourgeonnent à leur tour et donnent naissance chacun, chez le *Botrylloïdes rubrum,* à deux autres individus, alternes avec eux, plus distants de la ligne cloacale et situés plus profondément dans la masse tunicière. Ces huit blastozoïtes, à mesure qu'ils grandissent, se pigmentent, se rapprochent de la surface et de la ligne cloacale et finissent par se mettre en rapport avec l'extérieur, tandis que les individus dont ils procèdent s'atrophient et se transforment en une masse granuleuse dont les éléments sont peu à peu résorbés.

» Cette blastogénèse est normale; car, à toutes les époques, en dehors et en dessous de la rangée d'individus en activité fonctionnelle, on rencontre une autre rangée de blastozoïtes, moins avancés dans leur développement, nés par paires des premiers et se préparant à entrer en ligne.

Très souvent chacun de ces derniers possède un double bourgeon, ce qui alors porte à trois le nombre des générations existant dans le cormus, disposition qu'on peut résumer dans le diagramme suivant :



» Les individus qui se succèdent ainsi par séries centripètes, dans le cours d'une année, ne sont pas tous de même sorte. Pour être rigoureusement fixé sur les divers stades de cette succession, il faudrait disposer d'un aquarium bien aménagé, condition que je ne puis réaliser à Saint-Vaast.

» Voici cependant ce que l'observation m'a appris. D'individus antérieurement sexués ou d'un groupe larvaire naît une série de blastozoïtes *neutres à l'état adulte*. De cette série paraît en dériver une autre, chez laquelle l'organe mâle seul se développe; c'est un individu de ce stade que Milne-Edwards a figuré dans la *Pl. VII* de son Mémoire sur les Ascidies composées. Enfin, de cette génération mâle, on voit naître un cycle d'individus hermaphrodites.

» Il est intéressant de remarquer que tous les bourgeons, à quelque stade qu'ils appartiennent, sont *hermaphrodites* à l'origine : on y reconnaît très distinctement des ovules et les rudiments de la glande mâle. Pendant la saison froide, les deux glandes s'atrophient à mesure que le bourgeon s'accroît; plus tard, la glande mâle seule persiste; dans la saison chaude, les deux glandes arrivent à leur complet développement. »

CHIMIE MINÉRALOGIQUE. — *Nouveaux procédés de préparation des carbonates cristallisés*. Note de M. **L. Bourgeois**, présentée par M. Fouqué.

« J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, il y a quelques années ([1]), une méthode de production des carbonates cristallisés par fusion des carbonates amorphes au sein d'un chlorure alcalin : ce procédé ne s'applique qu'à ceux de baryte, strontiane et chaux, vu la température élevée de la

([1]) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 991; 1882.

réaction. Je viens aujourd'hui faire connaître très sommairement, dans cette Note, les résultats fournis par deux procédés de voie humide, fondés l'un et l'autre sur la précipitation par le carbonate d'ammoniaque d'une solution saline surchauffée. On sait que ce réactif donne souvent à chaud des précipités plus cristallins que lorsqu'on le fait agir à la température ordinaire.

» I. Lorsqu'on fait bouillir une solution d'un sel ammoniacal tenant en suspension un carbonate, celui-ci se dissout progressivement avec dégagement de carbonate d'ammoniaque. Ceci posé, supposons que le même mélange soit chauffé, non plus à l'air libre, mais en tube scellé, au-dessus de 100° : le carbonate d'ammoniaque se confinera dans l'espace libre du tube; une portion du carbonate entrera en dissolution, et, si on laisse lentement refroidir, il y aura retour à l'état initial. Mais il pourra se faire que le carbonate insoluble ainsi régénéré soit cristallin; si l'opération précédente est répétée plusieurs fois, on conçoit que les cristaux se nourriront aux dépens du carbonate amorphe, et, comme dans les expériences de MM. Sainte-Claire Deville et Debray, le résultat final sera le même en apparence que s'il y avait eu recristallisation au sein d'un dissolvant simple.

» J'opérais à la température de 150°-180°, sur $0^{gr},5$ de carbonate amorphe précipité, réagissant sur 2^{gr} d'un sel ammoniacal, ordinairement chlorhydrate, parfois azotate, en présence de 20^{cc} d'eau. Au bout de quatre ou cinq chauffages suivis de lents refroidissements, la cristallisation totale était produite; voici les principaux résultats des expériences :

» La *calcite* s'obtient en rhomboèdres primitifs sans modifications, pouvant atteindre $0^{mm},5$ d'arête; sa formation n'est pas accompagnée d'aragonite. La *strontianite* constitue des prismes rhombiques courts, à pointement rectangulaire $mg^1 e^{\frac{1}{2}}$; la *withérite* se présente en aiguilles fibreuses, très minces, longues de quelques millimètres, se terminant en pointe, souvent groupées en étoiles.

» Le *carbonate de plomb* (par l'azotate d'ammoniaque) s'obtient en aiguilles longues de plusieurs millimètres, où se reconnaissent très nettement les faces $mg^1 e^{\frac{1}{2}}$ de la *cérusite*; les cristaux sont striés transversalement et offrent tout à fait l'aspect de ceux qu'avait préparés M. Riban (1). Il est à remarquer qu'il se fait toujours en proportions variables un autre carbonate, celui-là hydraté. Il affecte la forme de lamelles hexagonales nacrées

(1) *Comptes rendus*, 1880, t. XCIII, p. 1026.

très minces, possède la double réfraction uniaxe négative, et est vraisemblablement identique avec l'*hydrocérusite*, minéral très rare de Langban (Suède) et de Wanlockhead (Écosse); ces lamelles sont fréquemment épigénisées en cérusite.

» Le *carbonate de cadmium*, qui n'a jusqu'à présent été décrit que comme un précipité amorphe, s'obtient aisément en rhomboèdres tout à fait semblables à ceux du carbonate de chaux. Leurs dimensions ne dépassent pas $0^{mm},1$; l'hydrogène sulfuré les jaunit instantanément.

» On n'obtient que des matières amorphes, ou des sphérolithes tout à fait indistincts avec les carbonates de lithine, magnésie, zinc, manganèse, fer, nickel, cobalt, cuivre.

» II. Afin de contrôler les résultats fournis par la méthode précédente, j'ai cherché à précipiter lentement, mais en une seule fois, des solutions salines par le carbonate d'ammoniaque à des températures supérieures à 100°. J'ai réalisé facilement ces expériences en chauffant vers 140° les solutions étendues à précipiter, avec une quantité équivalente d'urée, substance qui, comme on sait, s'hydrate à cette température en se transformant en carbonate d'ammoniaque. La réaction est terminée en quelques heures; voici les principaux résultats obtenus :

» La *calcite* s'obtient en petits rhomboèdres primitifs, très nets, modifiés par d'autres facettes rhomboédriques; elle est accompagnée d'*aragonite* en longs prismes; la *giobertite* forme des rhomboèdres primitifs mélangés de beaucoup de substance amorphe; la *strontianite*, la *withérite* et le *carbonate de cadmium* affectent le même aspect que les produits correspondants préparés par la méthode précédente.

» Avec les sels de plomb, on obtient la *cérusite* en cristaux raccourcis d'une netteté parfaite; ils simulent des quartz bipyramidés, étant formés des faces $b^{\frac{1}{2}} e^{\frac{1}{2}}$ prédominantes et également développées, avec mg^1 accessoires. Ils sont accompagnés du carbonate hydraté décrit plus haut; ce dernier se présente alors en lamelles hexagonales plus belles que celles qu'on obtient par le premier procédé.

» Avec les sels de cuivre, il se fait une matière vert bleuâtre hydratée, constituée par de très petits prismes, et qui paraît identique avec la *malachite*.

» Je n'ai obtenu jusqu'à présent aucun produit cristallin déterminable avec les sels de cérium, zinc, manganèse, fer, nickel, cobalt, mercure.

» Je me réserve ultérieurement la description plus complète des pro-

duits préparés par ces deux méthodes, ainsi que la relation des essais relatifs à d'autres carbonates ou à des mélanges isomorphes (dolomie, alstonite ou barytocalcite, plombocalcite, etc.) (1). »

M. L. Urriola adresse, de Bogota (république de Colombie), une Note écrite en langue espagnole « Sur une nouvelle application du baromètre ».

A 3 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Anatomie et Zoologie, par l'organe de M. de Quatrefages, présente la liste suivante de candidats à la place devenue vacante par suite du décès de M. Henri Milne-Edwards :

En première ligne	M. **Sappey**.
En deuxième ligne	M. **Dareste**.
En troisième ligne, ex æquo, *et par ordre alphabétique*	M. **Filhol**. M. **Périer**. M. **Ranvier**.
En quatrième ligne, ex æquo, *et par ordre alphabétique*	M. **Fischer**. M. **Pouchet**. M. **Vaillant**.

Après la lecture des rapports sur les travaux des candidats, l'Académie décide que la discussion aura lieu dans la séance prochaine.

La séance est levée à 6h.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 29 novembre 1886.

Connaissance des Temps pour l'année 1888, publiée par le Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars, 1886; in-8°. (Présenté par M. Faye.)

(1) Laboratoire de M. Fouqué, au Collège de France.

Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures, publiés sous l'autorité du Comité international, par le Directeur du Bureau; t. V. Paris, Gauthier-Villars; in-4°.

Les Singes domestiques; par VICTOR MEUNIER. Paris, M. Dreyfous, 1886; in-8°. (Présenté par M. A. Gaudry.)

Bibliothèque internationale : 1° *Le Magnétisme animal; par* MM. BINET et FÉRÉ. Paris, Alcan, 1887, in-8° (Présenté par M. Vulpian); 2° *Les Mammifères et leurs ancêtres géologiques; par* M. O. SCHMIDT. Paris, Alcan, 1887; in-8°. (Présenté par M. A. Gaudry.)

Archives du Musée Teyler, série II, vol. II. Quatrième Partie. Haarlem, 1886; in-8°.

Catalogue de la bibliothèque (fondation Teyler), dressé par C. EKAMA; 3e livr. : *Zoologie;* 4e livr. : *Botanique*. Haarlem, 1886; in-8°.

Les Ammonites de la zone à Aspidoceras Acanthicum *de l'est de la Russie; par* A. PAVLOW. Saint-Pétersbourg, 1886; in-4°.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou. Moscou, Alex. Lang, 1886; in-8°.

Bulletin du Comité géologique de Saint-Pétersbourg, nos 1, 2, 3, 4, 5 et 6, 1886; in-8°.

Anuario del Observatorio astronomico nacional de Tacubaya, año de 1887. Mexico, Angel Anguiano, 1886; in-12.

Trabajos del Laboratorio nacional de Quimica, en Cochabamba; vor el Dr F. SACC. La Paz, 1885; in-12.

Fragmente zur Geschichte der Rumänen von LUDOXIUS, Freiherrn VON HURMUZAKI. Bucuresci, 1886; in-8°.

Proceedings of the Birmingham philosophical Society; vol. V, part I. Session 1885-1886. Birmingham.

The Quarterly Journal of the geological Society; vol. XLII, n° 168. London, November 1, 1886.

Annals of the astronomical Observatory of Harvard College, vol. XV, XVI; *by* WILLIAM-A. ROGERS. Cambridge, John Wilson and Son, 1886; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 DÉCEMBRE 1886,

PRÉSIDÉE PAR M. DAUBRÉE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉODÉSIE. — *Réponse à une Note de M.* de Lapparent, *en date du* 22 *novembre, sur les conditions de forme et de densité de l'écorce terrestre;* par M. Faye.

« Une des découvertes les plus considérables de la Géodésie actuelle est assurément le frappant défaut d'attraction que les Anglais ont constaté doublement, je veux dire par deux systèmes de mesures indépendants, dans l'énorme massif de l'Himalaya. M. Hatt a présenté dernièrement à l'Académie un Mémoire où il arrive à un résultat semblable pour le massif des Alpes. Des trois pointements de la pyramide triangulaire à laquelle on a assimilé notre globe, à savoir les Alpes, l'Himalaya et les Montagnes Rocheuses, les deux seuls qui aient été étudiés ne présentent donc pas, malgré leur relief considérable, l'influence que l'hypothèse leur attribue sur la figure de la Terre. Ils devraient exercer autour d'eux une attraction prépondérante, dévier au loin les verticales, accélérer les oscillations du

pendule; or rien de tout cela n'existe. M. de Lapparent a déclaré que les idées qu'il soutient sont indépendantes de cette théorie. Que ce soit pour cette cause ou pour une autre, il a été conduit à faire tout récemment, dans les *Comptes rendus*, une charge à fond contre la Géodésie et les géodésiens.

» Il va jusqu'à déclarer que leurs immenses travaux n'ont abouti à aucun résultat définitif. On ne sait rien, dit-il, sur la figure de l'hémisphère austral; les seules mesures exécutées jusqu'ici sur cette moitié de la Terre sont illusoires. Finalement, l'immense labeur des géodésiens dans toutes les parties du monde est à recommencer sur des bases nouvelles, et, pour accentuer davantage cette condamnation, le savant géologue ajoute : « Il est » possible que cette perspective trouble la quiétude de ceux qui croyaient » terminée l'œuvre de la Géodésie, mais il n'y a pas d'autre moyen d'ar» river enfin à des conclusions définitives sur la figure de notre planète. »

» Ces assertions sont graves; mais il est facile de montrer qu'elles sont toutes inexactes.

» Ainsi M. de Lapparent affirme que la Géodésie actuelle est incapable de se prononcer sur l'aplatissement de l'hémisphère austral, parce que l'arc de méridien le plus éloigné de l'équateur, celui du Cap de Bonne-Espérance, ne dépasse pas le 38e degré de latitude. Il déclare que toute mesure de ce genre est illusoire si elle n'est effectuée au delà du 40e degré; autrement dit, les seules mesures valables pour déterminer l'aplatissement doivent être faites sous les hautes latitudes.

» C'est justement le contraire qui est vrai. Si M. de Lapparent veut bien jeter les yeux sur l'expression analytique qui rattache les deux éléments de l'ellipsoïde terrestre aux données d'une mesure géodésique (1), il verra

---

(1) Cette formule est

$$\frac{s}{a} = \alpha - \left(\frac{1}{2}\alpha + \frac{3}{2}\sin\alpha\cos 2l_1\right)\mu + \left(\frac{2}{32}\alpha + \frac{15}{32}\sin 2\alpha\cos 4l_1\right)\mu^2 + \ldots,$$

a désignant le demi grand axe et μ l'aplatissement de l'ellipsoïde, s et α les amplitudes linéaire et angulaire de l'arc de méridien, l_1 la latitude du milieu de cet arc.

Quand il s'agit de petits arcs comme ceux du Pérou ou du Cap, le coefficient de μ se réduit à peu près à $\alpha\left(\frac{1}{2} + \frac{3}{2}\cos 2l_1\right)$. Or, voici les valeurs que prend le second facteur à diverses distances de l'équateur :

Valeurs de l_1	0°	20°	32°	50°	55°	60°	90°
Facteurs	+2	+1,46	+1,16	+0,24	0	−0,25	−1

que l'aplatissement n'est bien déterminé que par des arcs voisins de l'équateur. Il l'est fort mal, au contraire, par des arcs situés sous les hautes latitudes, surtout si la latitude moyenne est voisine de 55°. Un géodésien qui voudrait déterminer l'aplatissement se gardera donc de suivre le conseil de M. de Lapparent : il serait sûr d'échouer.

» Le savant géologue, se fondant sur ces étranges prémisses, prétend que les géodésiens n'ont aucune raison de penser que l'hémisphère austral ait la même figure que le boréal. Il se trompe : l'arc du Cap peut très bien être utilisé dans ce but. Voici les résultats des mesures que les Anglais ont exécutées avec le plus grand soin pour prolonger l'arc de Lacaille de 1° à 4°,5 :

Stations extrêmes.	Latitudes australes.	Longueur de l'arc.
North End	29°44′17″,66	1678375,7 pieds anglais.
Cape Point......	34°21′ 6″,26	

» En adoptant pour le rayon équatorial a, si bien déterminé par le colonel Clarke, la valeur

20926202 pieds anglais,

on trouve pour l'aplatissement

$$\mu = \frac{1}{294,5}.$$

» Ainsi l'aplatissement de l'hémisphère austral obtenu par l'arc du Cap diffère à peine de celui de l'hémisphère boréal cité par M. de Lapparent, $\frac{1}{293}$.

» Mais les géodésiens ont d'autres raisons encore d'attribuer la même figure aux deux moitiés du globe. En effet, l'observation du pendule permet aussi de déterminer l'aplatissement, à la condition de porter cet instrument jusqu'aux hautes latitudes.

» Or tout le monde connaît les belles mesures de la pesanteur qui ont été effectuées dans le courant de ce siècle par les Freycinet, les Duperré, les Sabine, les Lütke, les Foster, etc., depuis l'équateur jusqu'au parallèle de 63°, c'est-à-dire sur une zone qui représente les $\frac{9}{10}$ de l'hémisphère austral.

» D'après les calculs du colonel Clarke, en Angleterre, et de M. Peirce, aux États-Unis, ces observations satisfont aussi bien que celles de l'autre

hémisphère à l'aplatissement de $\frac{1}{292,2}$ (1), et celui-ci se confond presque avec l'aplatissement déduit des mesures d'arcs de méridien et de parallèle, exécutées sur une si vaste échelle en Europe et aux Indes.

» La critique que M. de Lapparent adresse aux conclusions de M. Hatt, relativement aux Alpes et à la Méditerranée, n'est pas mieux fondée. M. Hatt, se référant à cette idée que le refroidissement du globe va plus vite et plus profondément sous les mers que sous les continents, a pensé que la croûte sous-marine de la Méditerranée doit compenser, par son excès d'épaisseur, l'attraction du massif alpin ; il explique ainsi la faiblesse des déviations de la verticale qu'il a constatée par le calcul dans les stations géodésiques de nos côtes du sud-est. M. de Lapparent, inquiet de cette confirmation de mes idées, s'est empressé de chercher une objection; il n'a pu rencontrer que celle-ci :

» Chacun sait que la température du fond dans la Méditerranée, au lieu d'être voisine de zéro comme dans les grands océans, est de 13°, alors que la moyenne annuelle de l'air à Nice est de 16°. Qui oserait penser qu'une faible différence de 3° puisse entraîner une augmentation d'épaisseur sensible? Autrement, au-dessous d'un continent tel que l'Europe, où la moyenne annuelle varie, suivant les localités, depuis + 16° jusqu'à — 4°, la croûte solide devrait présenter d'énormes variations d'épaisseur, et ces dernières exerceraient, sur l'intensité de la pesanteur et la direction de la verticale, des effets dont il faut bien reconnaître que personne, jusqu'ici, n'a eu le moindre soupçon.

» J'ai cru, je l'avoue, en lisant ce passage, que M. de Lapparent s'empresserait d'adresser à l'Académie une rectification, car la méprise ici commise saute aux yeux. Je n'ai jamais entendu comparer la température du fond des mers avec la température superficielle des continents. Ce qu'il faut comparer ici, c'est la température du fond de la Méditerranée (13°) avec celle de la couche sous-continentale située *à la même profondeur*, c'est-à-dire à près de 3000^{m} au-dessous de la superficie. Or cette température profonde est de 100° plus forte que 16°, c'est-à-dire de 116°. Il s'agit donc, entre ces deux régions d'une même couche profonde, d'une différence de 116° — 13° et non de 16° — 13°. Et, comme l'une est recouverte de 3000^{m} de roches fort peu conductrices qui la protègent contre le refroidissement,

(1) Surtout quand on tient compte, pour les mesures effectuées sur les îles de l'Océan, d'une petite correction que j'ai signalée dans les *Comptes rendus* des 22 mars et 5 avril de cette année.

tandis que l'autre est recouverte de près de 3000^{m} d'eau dont la mobilité forme un excellent véhicule pour un flux de chaleur venant du bas, le refroidissement sera plus rapide sous la mer que sous le continent. Ce phénomène a donc lieu pour la Méditerranée comme pour les océans, quoiqu'à un moindre degré. C'est ce que M. Hatt a parfaitement entendu, et je ne puis comprendre que M. de Lapparent s'y soit trompé.

» Enfin, c'est à tort que M. de Lapparent reproche à certains géodésiens de croire qu'il n'y a plus rien à faire en Géodésie, que leur œuvre est accomplie et qu'ils n'ont plus qu'à se reposer dans une douce quiétude. Sans doute, leurs immenses travaux ont abouti à un résultat capital : ils ont définitivement démontré que la Terre est très sensiblement un ellipsoïde aplati, à méridiens égaux, c'est-à-dire un ellipsoïde de révolution, ainsi que les géomètres l'admettaient à la fin du dernier siècle. Ils ont la satisfaction d'avoir pleinement justifié cette hypothèse, un peu aventurée d'abord, qui a servi de base à l'établissement du système métrique. Mais ces progrès décisifs n'ont nullement clos l'ère des études sur la figure de la Terre. Loin de là, ils ont ouvert à la Science des voies nouvelles et des perspectives inattendues.

» C'est ainsi que les beaux travaux des officiers anglais dans les Indes, travaux où se trouvent si admirablement combinées les opérations géodésiques, les mesures de l'intensité de la pesanteur et l'étude du relief du sol, ont posé, il y a quelques années, la question de compensation entre les mers et les continents que j'ai rattachée à la loi du refroidissement de notre planète. Cette compensation, d'abord mystérieuse et vaguement entrevue, est aujourd'hui l'un des phénomènes les plus frappants de la Physique du globe. Elle se manifeste sur une grande échelle aux Indes, où les triangulations anglaises, parties des bords de l'Océan, s'élèvent jusqu'à l'Himalaya, que l'on pourrait assimiler à un vaste plateau de 5000^{m} de hauteur moyenne sur plus de 60 000 lieues carrées de base. M. Hatt, procédant sans idée préconçue, retrouve cette compensation en étudiant l'action des Alpes sur les verticales de nos stations méditerranéennes. Pour mieux dire, on la retrouve partout, et partout elle accuse l'influence des mers sur les phénomènes intérieurs de notre globe. Cette question-là n'en est encore qu'à son début, mais on en pressent la portée. Nous en poursuivrons l'étude, ainsi que vient de le faire M. Hatt, non seulement dans les pays déjà couverts de nos triangles en Europe, en Asie et en Afrique, mais aussi dans les deux Amériques, à mesure que les exigences des travaux publics détermineront les grands États de ces régions à procéder à la des-

cription géométrique de leurs territoires; nous tâcherons de compléter, pour l'étude de la pesanteur, le réseau des stations océaniques; et nous finirons par en déduire des notions plus ou moins précises, non pas seulement sur les légers accidents du géoïde qui échappent à toute compensation, mais sur une question jugée jusqu'ici inaccessible, à savoir l'épaisseur variable de la croûte solidifiée dont la surface inférieure doit être bien plus profondément accidentée que la surface externe. Déjà les géomètres peuvent voir que leurs hypothèses sur la loi des densités doivent être modifiées, au moins en ce sens que ces densités ne sauraient être exprimées, sur une portion notable du rayon terrestre, par une fonction de la seule profondeur; et l'on pressent les questions délicates de Mécanique et d'Astronomie qui dérivent de cette seule considération.

» Mais les conséquences les plus importantes porteront sur la Géologie elle-même. La loi nouvelle du refroidissement, si bien confirmée par le phénomène des compensations géodésiques, montre en effet que la pression exercée par les portions sous-marines de l'écorce terrestre tend à croître incessamment et, par une réaction inévitable, à soulever de plus en plus les portions moins résistantes, c'est-à-dire les régions continentales. Cette notion, substituée à celle des plissements et des rides d'une écorce d'épaisseur uniforme, devenue trop ample à cause de la contraction progressive du noyau liquide, rattache de la manière la plus heureuse la formation des chaînes de montagnes et les mouvements séculaires du sol à la véritable loi du refroidissement, lequel procède tout autrement, sur notre globe, qu'on ne l'avait imaginé jusqu'ici.

» Ainsi l'œuvre des géodésiens, loin d'être terminée à nos yeux, est devenue plus vaste et plus compréhensive. Mais, pour la continuer, pas n'est besoin de suivre M. de Lapparent qui nous conseille de faire table rase du passé et de tout recommencer sur de nouveaux frais : il nous suffira de marcher dans les voies fécondes tracées par nos devanciers, en profitant, bien entendu, des progrès que les Sciences et les Arts mettent à notre disposition. »

PHYSIQUE. — *Action du manganèse sur le pouvoir de phosphorescence du carbonate de chaux;* par M. **Edmond Becquerel**.

« Le spath d'Islande est une des premières substances qui m'aient présenté une émission lumineuse dans le phosphoroscope, après l'action

préalable des rayons lumineux. La couleur de la lumière phosphorescente donnée par ce corps est orangée et j'ai fait connaître la disposition de son image spectrale ([1]); bien que presque tous les échantillons de spath donnent une émission lumineuse de même nuance, j'avais observé des différences très grandes dans l'intensité de la lumière qu'ils émettent.

» La présence de matières étrangères pouvant augmenter beaucoup le pouvoir de phosphorescence que possèdent certains corps et modifier même la couleur de la lumière émise, ainsi que le montrent d'anciennes expériences de de Saussure lors de la phosphorescence des fluorures de calcium par la chaleur ([2]) et celles que j'ai faites plus tard ([3]), il restait à examiner si les différences d'intensité des effets lumineux donnés par les divers échantillons de spath calcaire ne provenaient pas de la présence d'une très petite quantité d'une matière étrangère mêlée ou combinée avec le carbonate de chaux spathique.

» J'avais montré, d'autre part, que le sulfure de calcium phosphorescent, préparé par calcination avec le spath calcaire et le soufre, est lumineux jaune orangé, comme le spath lui-même, et que la vivacité de cette phosphorescence est augmentée par l'addition d'une petite quantité de peroxyde de manganèse lors de la calcination ([4]). Bien plus, j'avais observé qu'en calcinant un mélange de soufre et de chaux provenant soit d'arragonite, soit de coquilles calcinées, on obtient une matière lumineuse verte, mais que si l'on ajoute à la masse, avant la calcination, de 2 à 4 pour 100 de peroxyde de manganèse, la substance donne alors une émission de lumière jaune ou orangé. Il y avait donc un fait intéressant à mettre en évidence, en reprenant les divers échantillons de spath d'Islande qui m'avaient servi antérieurement et en examinant s'ils ne contiendraient pas du manganèse.

» Les cristaux de spath les plus lumineux, orangés dans le phosphoroscope, ont présenté une proportion assez forte de manganèse, probablement à l'état de carbonate [2,70 pour 100 de protoxyde correspondant à 4,37 pour 100 de carbonate ([5])]; il y avait à peine quelques traces de fer. Des

---

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LV, p. 81 (1859); et E. Becquerel, *la Lumière*, t. Ier, p. 354 (1867).

([2]) Becquerel, *Traité d'Électricité* en 7 volumes, t. VI, p. 269, et *La Lumière*, t. I, p. 50.

([3]) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LV, p. 40, et *La Lumière*, t. I, p. 226.

([4]) *La Lumière*, t. I, p. 230.

([5]) Cette analyse a été faite obligeamment par M. Guignet.

fragments de calcaire spathique, également très lumineux, contenaient du manganèse en proportions moindres, et les échantillons moins brillants n'en offraient que fort peu ou même point à l'analyse chimique ordinaire.

» La synthèse conduit à la même conclusion que l'analyse des échantillons de cristaux naturels. Ayant préparé à chaud, par double décomposition, du carbonate de chaux au moyen du mélange d'une dissolution de carbonate d'ammoniaque et d'une autre de chlorure de calcium soit pur, soit additionné de protochlorure de manganèse, les résultats ont été les suivants : avec la dissolution de chlorure de calcium pur, on a eu un précipité de carbonate de chaux qui, lavé et desséché, puis fixé avec de la gomme arabique sur une lamelle de mica, n'a donné dernièrement, avec la lumière solaire, dans un phosphoroscope, aucune apparence de lumière bien manifeste; peut-être avec une action excitatrice plus puissante obtiendrait-on une faible émission lumineuse. Mais la dissolution de chlorure de calcium additionnée de 4 pour 100 de chlorure de manganèse a donné un précipité qui, dans les mêmes conditions, a émis une vive lumière orangée, ainsi que le font les calcaires naturels bien lumineux cités plus haut.

» Le carbonate de chaux obtenu à la surface de dissolutions de chlorure de calcium pur ou mélangé de chlorure de manganèse, placées sous une cloche à côté de fragments solides de carbonate d'ammoniaque, ce dernier agissant alors par sa vapeur, n'a pas donné les mêmes résultats. La dissolution de chlorure pur, dans ces conditions, a présenté dans le phosphoroscope une faible lueur verdâtre, et l'autre n'a offert aucune action appréciable, peut-être en raison d'une trop grande proportion de manganèse ou d'un état différent du carbonate de chaux formé dans ces conditions.

» Les résultats précédents mettent bien en évidence l'action du manganèse et permettent d'expliquer les effets que j'avais observés antérieurement et qui consistent en ce que du carbonate de chaux provenant de la dissolution de fragments de spath d'Islande dans de l'acide chlorhydrique pur, même après plusieurs précipitations successives par le carbonate d'ammoniaque, conduit toujours à des préparations de sulfures phosphorescents orangés, par suite probablement de la présence constante du manganèse, tandis que, lorsque le carbonate de chaux servant à la préparation est de l'arragonite, la matière phosphorescente est toujours lumineuse verte.

» On peut se demander quel est le mode d'action du manganèse : comme les cristaux les plus purs de spath d'Islande ont offert cette émission de lumière orangée, bien qu'avec une faible intensité, si le manganèse seul est cause de la couleur de la lumière émise, il faudrait supposer que tous

ces échantillons renferment quelques traces de cette substance; en outre, le carbonate de manganèse n'étant pas lumineux ou l'étant à peine, ce serait une double combinaison de ce corps avec le carbonate de chaux qui produirait le phénomène. Des recherches ultérieures permettront d'arriver à une conclusion certaine à cet égard.

» S'il n'en était pas ainsi, on devrait admettre que la présence du manganèse donne au composé calcaire un arrangement moléculaire particulier, d'où résulte un pouvoir de phosphorescence plus ou moins énergique et une émission lumineuse d'une couleur déterminée; cette substance ne ferait alors qu'exalter l'intensité de la lumière émise par le spath; il se manifesterait ainsi une modification physique, comme lorsque, par exemple, dans un autre ordre de phénomènes, la présence d'une petite quantité de carbone modifie profondément les propriétés du fer. J'ai montré du reste que la forme cristalline pouvait intervenir dans ces actions lumineuses, puisque tous les échantillons d'arragonite que j'ai étudiés dans le phosphoroscope ont présenté une émission de lumière verte et non orangée.

» Au point de vue de la phosphorescence, d'autres corps que le manganèse peuvent produire, dans les sulfures de calcium, des modifications profondes dans l'intensité et la qualité de la lumière émise : tels sont le carbonate de lithine ([1]), le bismuth ([2]), l'antimoine, divers sulfures métalliques, etc. ([3]); j'aurai occasion de revenir plus tard sur ces effets. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les principes azotés de la terre végétale;* par MM. **Berthelot** et **André**.

« La terre végétale renferme une dose notable d'azote, source essentielle de cet élément dans le développement des plantes et des êtres organisés. Cette dose s'élève communément à un ou deux millièmes, suivant les sols. L'azote existe principalement dans la terre sous la forme de principes organiques quaternaires, renfermant l'azote associé au carbone, à l'hydrogène et à l'oxygène, et presque entièrement insolubles. La constitution chi-

---

([1]) Observation faite par M. le Dr Strohl, de Neufchâtel, en 1881, et qu'il a eu l'obligeance de me communiquer.

([2]) M. Verneuil, *Comptes rendus,* t. CIII, p. 600, octobre 1886.

([3]) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LV, et *La lumière,* t. I, p. 226.

mique de ces principes est à peu près inconnue. Nous avons été conduits à en entreprendre l'étude, et nous avons constaté tout d'abord que ce sont des principes amidés, qui se comportent à la façon des principes albuminoïdes, et qui engendrent pareillement, sous l'influence des acides comme des alcalis, et même de l'eau pure, une certaine dose d'ammoniaque et une dose plus considérable de composés amidés solubles. Nous allons donner une première série d'expériences, faites en présence de l'acide chlorhydrique étendu.

» On a pris, dans les terrains de la station de Chimie végétale de Meudon, de la terre, débarrassée de plantes : on l'a séchée à l'air pendant 48 heures, passée au tamis de $0^{m},001$; on en a pris des poids compris entre 200^{gr} et 500^{gr}. Puis, on l'a délayée dans un ballon, avec de l'eau et de l'acide chlorhydrique, à diverses concentrations, et pendant des temps divers. Cela fait, on décante la liqueur claire sur un filtre; on lave par décantation, etc.; le volume total obtenu étant de 1200^{cc} à 1400^{cc}, on neutralise exactement par la potasse; puis on rend aussitôt la liqueur très légèrement acide. On y ajoute ensuite de 2^{gr} à 4^{gr} de magnésie récemment calcinée, et l'on procède au dosage de l'ammoniaque dans l'appareil Schlœsing, et en suivant le procédé de ce savant. On obtient ainsi une certaine dose d'ammoniaque, tant préexistante dans les liqueurs que formée pendant l'ébullition avec l'eau et la magnésie. La même réaction, exécutée sur la terre en contact avec l'eau pure, donne une limite maximum pour la formation d'ammoniaque, provoquée par l'eau et la magnésie. Dans tous les cas, après épuisement de l'ammoniaque, ou plus exactement après une heure d'ébullition avec la magnésie, on neutralise le contenu du ballon par l'acide sulfurique, on l'évapore à sec au bain-marie, et l'on y dose l'azote au rouge par la chaux sodée; c'est l'azote amidé soluble. Voici les résultats obtenus, rapportés par le calcul à 1^{kg} de terre sèche :

Terre initiale, eau $= 137^{gr}$. Azote total $= 1^{gr},744$. Azote des nitrates $= 0^{gr},0035$.

	Azote ammoniacal.	Azote amidé soluble.
I. — 500^{gr} de terre, 1^{lit} d'eau.		
Après 18 heures de contact à froid avec l'eau pure, liqueur traitée à l'ébullition par MgO; pour 1 kilogr.	gr 0,0017	gr 0,0083
II. — 200^{gr} de terre, 400^{cc} d'eau, 10^{cc} d'acide ($HCl = 3^{gr},5$).		
Contact de 18 heures à froid, liqueur traitée comme ci-dessus par MgO; pour 1 kilogr.	0,0048	0,02775

	Azote ammoniacal.	Azote amidé soluble.
	gr	gr
Contact de 5 jours à froid, etc.	0,00875	0,03025
Contact au bain-marie, vers 100°, pendant 2 heures, puis, etc., filtration, etc.	0,0488	0,1236

III. — 200^{gr} de terre, 400^{cc} d'eau, 50^{cc} d'acide ($HCl = 17^{gr}$).

Contact de 18 heures à froid, etc.; pour 1 kilogr.	0,0144	0,0606
Contact de 5 jours à froid, etc.	0,0214	0,0905
Bain-marie de 2 heures, etc.	0,1010	0,3569

IV. — 200^{gr} de terre, 400^{cc} d'eau, 100^{cc} d'acide ($HCl = 35^{gr}$).

Contact de 18 heures à froid, etc.; pour 1 kilogr.	0,0149	0,0686
Contact de 5 jours à froid, etc.	0,0304	0,0965
Bain-marie de 2 heures, etc.	0,1241	0,4303

» Il résulte de ces expériences que la dose d'ammoniaque fournie par la terre croît avec la dose d'acide chlorhydrique employée à froid, à partir des doses faibles de cet acide. Elle croît également, pour une même dose d'acide, avec la durée du contact. Elle croît enfin avec la température. Ce sont précisément les mêmes actions que nous avons signalées pour l'urée, l'asparagine, l'oxamide, en un mot pour les amides proprement dits (¹).

» En même temps que la dose d'ammoniaque déplaçable par la magnésie augmente, la proportion des principes amidés solubles augmente parallèlement, jusqu'à contenir dans les cas extrêmes un tiers environ de l'azote total. Le rapport de l'azote amidé à l'azote ammoniacal était à peu près quintuple, après 18 heures de contact à froid avec un acide donné; 3 fois et demie aussi fort, après 5 jours à froid; triple, après 2 heures vers 100°. Ces chiffres établissent que l'altérabilité des principes amidés de la terre par l'acide chlorhydrique étendu croît avec la durée du contact et la température.

(¹) M. Grandeau, dans son *Traité* classique *d'analyse des matières agricoles* (1883), p. 179, pour doser l'ammoniaque réputée préexistante, expose le procédé suivant, qu'il attribue à M. Schlœsing : il prescrit de prendre 100^{gr} de terre et de la traiter par l'acide chlorhydrique concentré, étendu de 4 parties d'eau, à la dose de 100^{cc} ajoutés en deux fois, parfois avec addition ultérieure; on complète 400^{cc} et on laisse déposer jusqu'à éclaircissement, ce qui exige généralement de 6 à 12 heures. On décante, puis on traite la liqueur par la magnésie dans l'appareil Schlœsing, etc. Ces conditions peuvent être rapprochées de celles de nos expériences, en tenant compte des doses variables de carbonate de chaux contenues dans les différentes terres.

» Les principes amidés rendus solubles par l'acide chlorhydrique se composent de deux groupes : les uns qui demeurent dissous lors de la neutralisation exacte de l'acide par la potasse; les autres qui se précipitent (avec la chaux, l'alumine et l'oxyde de fer). Dans un essai spécial, fait à froid, en présence de l'acide chlorhydrique au trentième (18 heures), nous avons obtenu, pour l'azote contenu dans ces deux groupes, les valeurs $0^{gr},023$ et $0^{gr},017$ respectivement par kilogramme. La somme $0^{gr},040$ est intermédiaire entre celles obtenues dans les essais II et III, ainsi qu'on devait le prévoir.

» Les faits observés montrent que l'ammoniaque fournie par la terre végétale qui a servi à nos expériences résultait presque en totalité de certains dédoublements opérés sous l'influence de l'acide chlorhydrique, aux dépens des principes azotés insolubles, contenus dans cette terre : principes comparables, par leur constitution complexe, aux amides mixtes et aux composés albuminoïdes. Les alcalis à froid, l'eau même à 100°, opèrent avec une vitesse plus ou moins considérable des dédoublements analogues, aux dépens des mêmes principes azotés de la terre végétale. Les traces d'ammoniaque qu'elle exhale continuellement leur sont également attribuables. Ajoutons enfin que l'eau de pluie contient, à côté de l'ammoniaque et des nitrates, certains principes amidés, tant solubles qu'insolubles, principes dont l'origine est attribuable aux poussières de l'atmosphère et qui renfermaient dans certaines de nos analyses jusqu'à trois fois autant d'azote que celui de l'ammoniaque et des nitrates réunis.

» Ce sont là des circonstances dont il importera désormais de tenir compte, soit dans les analyses, soit dans l'étude des conditions de la fertilité du sol et de l'assimilation des matières qu'il renferme par les végétaux. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la composition du cidre.* Note de M. G. LECHARTIER.

« La consommation du cidre à Paris s'est accrue dans de notables proportions, et il est important, pour le consommateur comme pour le producteur, que la composition en soit nettement définie. Dans ces dernières années, de nombreux échantillons de cidre ont été soumis au Laboratoire municipal de Paris. Pour être en état de porter un jugement sur leur qualité, M. Ch. Girard a analysé des cidres purs, provenant des bons centres de la Normandie; il a conclu de ses recherches les moyennes suivantes,

comme devant caractériser le cidre pur, *bien fermenté*, et la liqueur additionnée d'eau qu'on ne peut vendre que comme boisson :

	Cidre pur.	Boisson.
Alcool pour 100.........	5 à 6	3,0
Extrait................	30gr,0	18gr,0
Cendres	2gr,8	1gr,7

» Les nombres précédents se rapportent à certains cidres normands : leur application à tous les cidres pourrait avoir des inconvénients graves dans la pratique. En effet, pour les cidres comme pour les vins, il est nécessaire de tenir compte des différences que présente la composition, suivant la provenance. C'est une des principales conséquences que nous pouvons tirer des analyses que nous avons effectuées depuis trois ans.

» Les échantillons que nous avons étudiés provenaient de divers départements de Normandie et de Bretagne; les uns avaient figuré au premier rang parmi ceux qui ont été exposés dans les concours de l'Association pomologique de l'Ouest; les autres avaient été fabriqués dans des conditions telles que nous pouvions être certain de leur pureté.

» Les principes immédiats dont le dosage est nécessaire pour permettre d'apprécier la valeur d'un cidre sont : l'*alcool*, les *matières sucrées*, l'*acide acétique*, l'*extrait* et les *cendres*.

» La proportion d'alcool existant dans un cidre doit être accompagnée de la teneur en sucre et en acide acétique. Beaucoup de cidres sont consommés alors qu'ils en contiennent encore des proportions relativement fortes, qui peuvent varier depuis 10gr jusqu'à 50gr et même 60gr par litre. D'autres, complètement fermentés, possèdent une saveur acétique nettement accusée; dans ce cas, la présence de l'acide acétique indique une perte d'alcool très sensible. Il y a donc intérêt à déterminer ce qu'on peut appeler la *proportion d'alcool total*, qui est la somme de l'alcool existant dans le cidre, de l'alcool que pourrait donner par la fermentation le sucre non transformé, et de l'alcool disparu par acétification.

» Le dosage des matières sucrées est encore utile pour compléter la valeur du renseignement fourni par le poids des matières extractives; et, lorsqu'il s'agit de décider si un cidre est pur ou s'il a été additionné d'eau, il est moins important de connaître le poids de l'extrait que la différence entre ce poids et celui des sucres.

» Enfin, la quantité de cendres que fournit un cidre et la composition de ces cendres ont aussi, pour le chimiste, un intérêt spécial, sur lequel il est inutile d'insister.

» Voici le résumé des résultats que nous avons obtenus. L'alcool a été évalué en volume et en centièmes; les autres nombres expriment des grammes et se rapportent à un litre de liquide.

Provenance.	Alcool existant.	Alcool total.	Matières sucrées.	Différence entre l'extrait et le sucre.	Cendres.
Calvados	1,6 à 6,7	5,9 à 9,4	2,8 à 65,0	17,4 à 30,8	2,27 à 3,22
Seine-Inférieure.	2,2 à 6,5	6,0 à 8,9	21,7 à 78,3	18,9 à 34,5	1,84 à 4,91
Eure	3,6 à 4,6	5,3 à 7,6	6,4 à 68,0	20,2 à 21,3	2,28
Orne	3,7 à 6,7	6,1 à 7,2	1,7 à 43,6	15,1 à 24,2	2,22 à 2,86
Manche	6,7 à 7,6	7,3 à 8,4	1,2 à 17,5	16,4 à 19,9	1,91
Sarthe	5,8 à 7,5	7,6 à 8,9	20,5 à 26,7	22,5 à 24,6	2,92 à 3,27
Mayenne.......	2,4 à 4,5	5,7	16,9 à 53,4	16,7 à 25,5	1,84 à 2,05
Ille-et-Vilaine ..	2,6 à 7,0	5,1 à 7,7	4,1 à 35,5	12,3 à 20,1	1,70 à 2,14
Côtes-du-Nord..	3,4 à 4,9	6,4 à 6,6	25,3 à 48,4	14,7 à 21,3	2,09 à 2,72

» Le plus grand nombre de ces cidres a fourni une proportion de cendres inférieure à $2^{gr},8$ par litre; des cidres d'Ille-et-Vilaine, de la pureté desquels nous sommes certain, n'ont donné que $1^{gr},70$, poids indiqué comme devant caractériser un cidre additionné d'eau. Dans une prochaine Communication nous nous occuperons de la composition de ces cendres.

» La proportion de l'alcool total est restée comprise entre les limites 5,1 et 9,40 pour 100.

» Le poids de l'extrait a varié en même temps que la teneur en sucre, depuis $17^{gr},5$ jusqu'à 100^{gr} par litre. Les cidres complètement fermentés ne contenaient plus que 1^{gr} à 2^{gr} de sucre par litre et présentaient, à la température de 15°, une densité égale à l'unité. D'autres, renfermant jusqu'à 78^{gr} de principes sucrés, avaient une densité égale à 1,039.

» La différence entre le poids de l'extrait et celui des matières sucrées varie d'un département à l'autre. Pour un même cidre, elle diminue à mesure que la fermentation est plus avancée; alors qu'au mois de mars on la trouvait égale à $19^{gr},92$ pour un cidre fabriqué avec des pommes d'Avranches, elle descendait à $16^{gr},44$ au mois de septembre suivant. Ces mêmes variations ont été observées sur des cidres fabriqués avec des pommes de Bretagne et avec des pommes du département de l'Orne.

» Nous ferons observer que le dosage de l'extrait est une opération délicate et que les nombres indiqués pour la teneur en matières extractives n'ont de valeur que si l'on spécifie les conditions dans lesquelles ils ont été obtenus. Nous avons pris pour poids d'extrait celui que l'on trouve en opérant sur 10^{cc} de liqueur et après sept heures de dessiccation à 100° dans une étuve de Gay-Lussac.

» Nous dirons aussi que, dans le dosage du sucre, il est nécessaire d'intervertir la liqueur après précipitation par le sous-acétate de plomb. Tous les cidres contiennent une proportion de sucre non réducteur, qui varie du quart au dixième du poids total des matières sucrées. La proportion est d'autant plus faible que la fermentation est plus avancée.

» Les nombres que nous donnons dans cette Note pourront être plus ou moins modifiés par de nouvelles analyses et par une étude plus complète des cidres que produit chaque département; mais nous avons pensé qu'il y avait utilité à publier ces premiers résultats, pour mettre en évidence les points qui nous paraissent les plus importants dans cette question. »

CHIMIE. — *Sur la fluorescence rouge de l'alumine.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« M. **Lecoq de Boisbaudran** annonce, pour prendre date, que l'alumine calcinée et soumise à l'effluve électrique dans le vide ne lui a pas donné trace de fluorescence rouge. Cette fluorescence [ainsi que son spectre spécial ([1])] se montre brillamment quand l'alumine contient $\frac{1}{100}$ et même $\frac{1}{1100}$ de Cr^2O^3. Avec $\frac{1}{100000}$ de Cr^2O^3, on obtient encore du rose très visible.

» L'alumine additionnée de $\frac{1}{100}$ de MnO fluoresce en beau vert d'herbe; lorsqu'elle renferme $\frac{1}{100}$ de Bi^2O^3, il se produit du violet lilas à froid, et du bleu à chaud.

» De la magnésie contenant $\frac{1}{100}$ de Cr^2O^3 fluoresce en beau rouge, mais la chaux chromifère a donné une fluorescence peu différente de celle du CrO exempt de chrome.

» D'après ces observations, la présence du chrome paraît être indispensable à la production de la fluorescence rouge de l'alumine. Il y aurait analogie complète entre le rôle du chrome et celui de toute autre matière active, telle que Mn, Bi, Zα, Zβ ou Sm. »

([1]) Spectre si bien décrit dans l'Ouvrage classique de M. Becquerel: *La Lumière*, t. I, p. 340.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats, qui devra être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la chaire de Pathologie comparée, laissée vacante au Muséum d'Histoire naturelle par le décès de M. Bouley.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 39,

M. Chauveau obtient . . . . 39 suffrages.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant encore 39,

M. Gréhant obtient . . . . 39 suffrages.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne. . . . . M. **Chauveau**.
En seconde ligne. . . . . M. **Gréhant**.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un de ses Membres, qui devra faire partie de la Commission de contrôle de la circulation monétaire, au Ministère des Finances.

M. **Boussingault**, qui faisait partie de cette Commission depuis 1883, et dont les pouvoirs étaient expirés, est réélu à l'unanimité.

RAPPORTS.

Rapport fait, au nom de la Section de Physique, en réponse à une Lettre de M. le Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes, sur diverses questions concernant l'établissement des paratonnerres sur les bâtiments des Lycées.

(Commissaires : MM. Becquerel, Berthelot, Cornu, Mascart, Lippmann et Fizeau, rapporteur.)

« M. le Président de l'Académie a renvoyé à l'examen de la Section de Physique la Lettre suivante de M. le Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes, en date du 18 novembre dernier :

« Monsieur le Président,

» La Commission spéciale, nommée par mon Administration pour procéder à la réception des paratonnerres établis sur les bâtiments du petit Lycée Louis-le-Grand, a exprimé l'avis, corroboré par un Rapport de M. Trélat, architecte, membre de la Commission des bâtiments des Lycées et Collèges, qu'il était indispensable de rattacher spécialement chacun des planchers et des escaliers en fer de la maison aux conducteurs du paratonnerre, et que, sans cette précaution, le paratonnerre pourrait être dangereux, un coup de foudre pouvant éclater à travers le mur entre la tige directement frappée et les masses intérieures isolées.

» La précaution proposée entraînerait une dépense relativement importante, car, si elle était admise pour le petit Lycée Louis-le-Grand, il conviendrait en même temps de l'appliquer à tous les autres établissements nouvellement construits. Avant donc de prendre une décision à ce sujet, je désirerais être éclairé sur l'utilité qu'il y aurait à relier les charpentes métalliques des planchers aux conducteurs du paratonnerre.

» J'ai l'honneur de vous prier de vouloir bien soumettre la question à l'Académie des Sciences, et me faire connaître l'avis de cette Assemblée. Agréez, etc. »

» Comme on le voit, il s'agit surtout, dans la question soumise à notre examen, de l'influence que peuvent avoir sur le fonctionnement des paratonnerres les masses métalliques de diverses natures qui entrent aujourd'hui et d'une manière toujours croissante dans les constructions nouvelles; en effet, par suite des avantages résultant le plus souvent de la substitution du fer au bois, les planchers, les toitures, les escaliers, parfois même les portes et les fenêtres, se trouvent composés de matériaux métalliques bons conducteurs de l'électricité, et présentant parfois des masses continues de dimensions importantes situées à diverses distances des con-

ducteurs du paratonnerre, et certainement appelées à jouer un rôle plus ou moins sérieux dans les phénomènes électriques accompagnant les orages.

» Ces parties métalliques des constructions doivent-elles, oui ou non, être reliées par de bons conducteurs électriques avec l'appareil du paratonnerre?

» La même question se présente d'elle-même pour le réseau intérieur des diverses conduites d'eau, de gaz et de calorifères, non expressément désignées dans la Lettre qui nous occupe, mais dont il faut prévoir l'existence dans les bâtiments dont il s'agit.

» Ces tuyaux de conduite destinés à porter l'eau, le gaz, la chaleur aux différents étages de l'édifice, doivent-ils également être mis en communication avec l'appareil du paratonnerre?

» La réponse à faire à ces questions n'a pas paru douteuse à la Commission : oui, il est indispensable, pour réaliser, de la manière la plus prudente, la meilleure préservation des effets de la foudre, d'établir de bonnes communications entre l'appareil du paratonnerre et toutes les pièces métalliques d'une certaine importance existant à l'intérieur des bâtiments.

» Ajoutons que, s'il existe sur les bâtiments plusieurs paratonnerres et plusieurs conducteurs, se rendant dans des puits différents, les communications dont il s'agit devront atteindre autant que possible plusieurs des paratonnerres les plus voisins des pièces métalliques en question.

» Il peut être utile de rappeler, en terminant, que la Commission, en formulant sa réponse dans les termes qui précèdent, a admis implicitement que le paratonnerre lui-même était établi dans les meilleures conditions de fonctionnement, conformément aux principes les plus récents approuvés par l'Académie et que, notamment, la communication avec la terre ne laisse rien à désirer, ayant lieu par l'eau d'un puits qui ne doit tarir à aucune époque de l'année. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les principes fondamentaux de la Géométrie supérieure.* Mémoire de M. A. **Mouchot**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

« Généraliser les figures de Géométrie en leur assignant des points imaginaires bien définis; prouver ensuite que les symboles algébriques

expriment tous des rapports de grandeur ou de situation entre les éléments de ces figures : tel est le double problème que j'étudie depuis bientôt trente ans et dont j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie une solution rationnelle et complète.

» Ma première Communication à ce sujet est mentionnée aux *Comptes rendus* du 17 juin 1865.

» Dans la *Réforme Cartésienne*, publiée en 1876 (1), je me suis surtout occupé des principes fondamentaux de l'Algèbre, sans donner à ceux de la Géométrie supérieure l'extension désirable. J'essaye aujourd'hui de combler cette lacune.

» Les figures de Géométrie peuvent être étudiées sous trois points de vue différents, selon qu'il s'agit de leur forme, de leur expression numérique ou de leur comparaison soit à la droite, soit au plan. De là pour elles trois sortes de propriétés, les unes descriptives, d'autres métriques, les troisièmes segmentaires : celles-ci formant la transition des premières aux secondes.

» Les propriétés descriptives des figures tendent à les isoler les unes des autres. Au contraire, leurs propriétés segmentaires ou métriques conduisent d'abord à les regarder indifféremment comme réelles ou imaginaires, puis à les grouper ensemble d'après leurs affinités, pour en former des lieux géométriques vraiment généraux.

» On atteint facilement ce but en ne voyant, dans le système de deux points ordinaires, appelés *composantes*, qu'un point unique, *réel* quand ces composantes sont superposées, *imaginaire* quand elles sont séparées l'une de l'autre.

» Ces deux manières d'être du point, ou *modes contraires*, s'étendent ensuite à toutes les figures géométriques, à commencer par les segments rectilignes.

» Ceux-ci peuvent être rectangles droits ou radiés.

» Le segment rectangle isoscèle a toujours le sens de la première de ses composantes : il est de plus *réel* ou *imaginaire*, selon que ces composantes sont entre elles de même sens ou de sens contraires; et ses changements successifs de sens et de mode suivent une loi régulière.

» Les segments rectangles groupés dans un plan autour d'un même point se répartissent en une infinité de systèmes rectangles, pouvant être subordonnés à l'un quelconque d'entre eux choisi pour premier système.

(1) Paris, Gauthier-Villars.

Les segments de celui-ci sont réels ou imaginaires ; ceux de tous les autres sont *mixtes*, c'est-à-dire équivalents à la somme de deux segments de modes contraires.

» Par leurs projections sur une droite absolue ou sur un plan, les segments et systèmes rectangles engendrent les segments et systèmes droits ou radiés.

» Les segments rectilignes homogènes sont mesurables, puisqu'on en sait définir l'équipollence et la somme.

» L'unité linéaire est isoscèle. Dans ses transformations successives, elle prend quatre états différents, exprimés par les nombres 1 ou $+1$, i, -1, $-i$. En croissant d'une manière continue, elle engendre ses multiples, ceux de toutes ses parties aliquotes et les segments incommensurables avec elle.

» Ces diverses grandeurs s'expriment par la valeur positive ou négative de leur première composante, quand elles sont réelles; par cette même valeur affectée de i, quand elles sont imaginaires; par la somme des valeurs de leurs parties, quand elles sont mixtes. Il suffit, en outre, de définir les opérations relatives aux segments rectilignes pour légitimer celles qu'on effectue sur les nombres qui les représentent. C'est ainsi que l'Algèbre, affranchie des conventions qui l'ont déparée si longtemps, devient, comme le voulait Descartes, la science générale des rapports.

» On peut observer, enfin, que la conception des segments rectilignes de modes contraires, loin d'être en désaccord avec les essais antérieurs du même genre, est plutôt de nature à les concilier en les complétant, puisque les premières composantes des segments droits donnent les *cordes* et *coordonnées idéales;* celles des segments rectangles, les *quantités géométriques* ou *complexes;* et celles des segments radiés, une infinité d'espèces de grandeurs intermédiaires entre les précédentes.

» En traitant successivement de la ligne droite, des courbes algébriques, des aires planes, des fonctions transcendantes et de la géométrie de l'espace, je montrerai que la notion des points de modes contraires suffit pour établir l'harmonie la plus parfaite entre la science des nombres et celle de l'étendue, ou, en d'autres termes, pour donner au principe de la corrélation des figures toute l'extension qu'il comporte. »

M. C. **Drobjasguin** adresse, de Simféropol (Crimée), un Mémoire intitulé : « La loi de substitution, la théorie dualistique et la théorie de constitution, considérées au point de vue de la Dynamique. »

(Commissaires : MM. Cahours, Friedel, Troost.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Opuscule de MM. *Léon Lalanne* et *G. Lemoine* « Sur les formules atomiques des principaux corps simples et composés et sur l'application de procédés graphiques aux calculs numériques des diverses combinaisons contenant, sous le titre d'*Abaque des poids atomiques*, une application de l'*Abaque* proposé depuis longtemps déjà par M. Léon Lalanne ». (Appendice au « Dictionnaire de Chimie pure et appliquée » de *Ad. Wurtz*). (Présenté par M. Friedel.)

M. le **Ministre de la Guerre** informe l'Académie qu'il a désigné MM. *Hervé Mangon* et *Perrier*, pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique pendant l'année scolaire 1886-87, au titre de Membres de l'Académie des Sciences.

M. le colonel **Perrier** offre à l'Académie, au nom du Ministre de la Guerre, les Cartes suivantes, exécutées, sous sa direction, dans les ateliers du Service géographique de l'Armée.

A l'échelle de $\frac{1}{50000}$:

France : les feuilles de Clermont-en-Argonne, Gérardmer, Longwy, Metz, Belfort.

A l'échelle de $\frac{1}{200000}$:

France : les feuilles de Paris, Orléans, Mâcon, Bourges, Annecy, Berne, Moulins.

Une modification importante a été introduite dans la représentation du relief du terrain pour la feuille d'Annecy; cette feuille occupant une région montagneuse, on a substitué, dans la confection de l'estompe, l'hypothèse de la lumière oblique à celle de la lumière zénithale : le relief est ainsi plus saillant et les détails de la topographie, surtout les écritures, sont beaucoup plus lisibles. Ce procédé, qui augmente notablement la clarté de la Carte, sera employé dans toutes les feuilles de la région des Alpes et des Pyrénées qui paraîtront prochainement, et appliqué, dans les éditions nouvelles, aux feuilles de la région des Vosges qui ont déjà paru et qui ont été éclairées par la lumière zénithale.

MÉCANIQUE. — *Sur certains problèmes dans lesquels on considère, sur une courbe plane, des arcs de même origine parcourus dans le même temps que les cordes correspondantes.* Note de M. **G. Fouret.**

« Je me propose, dans la présente Note, de donner un aperçu [1] des principaux résultats que j'ai obtenus, en résolvant les deux problèmes suivants, inverses l'un de l'autre :

» I. *Un point matériel soumis dans un plan à une force dérivant d'un potentiel déterminé part d'une origine* O *avec une vitesse donnée. Sur quelle courbe* (C) *doit-il se mouvoir pour décrire, à partir du point* O, *un arc quelconque, dans le même temps qu'il mettrait à décrire la corde correspondante?*

» II. *Étant donnés, dans un plan, une courbe* (C) *et un point* O *sur cette courbe, trouver une force dérivant d'un potentiel sous l'action de laquelle un mobile, ayant une vitesse initiale donnée, parcoure, à partir du point* O, *un arc quelconque de la courbe* (C), *dans le même temps qu'il lui faudrait pour parcourir la corde correspondante.*

» Le premier de ces problèmes n'a de solution qu'autant que la vitesse initiale est nulle, et que l'expression du potentiel a la forme

$$\psi\left[\frac{r}{\varphi(\theta)}\right]\varphi^2(\theta), \tag{1}$$

r et θ désignant les coordonnées polaires du point mobile, rapportées au point O comme pôle. L'équation de la courbe (C) cherchée est alors

$$r^2 = k^2\varphi(\theta)\,e^{-\int\frac{\varphi(\theta)}{\varphi'(\theta)}d\theta},$$

k désignant un paramètre arbitraire.

» Le second problème n'est également possible que si la vitesse initiale est nulle. Dans cette hypothèse, étant donnée l'équation

$$r = k\varpi(\theta)$$

de la courbe (C), le potentiel cherché s'obtient, en faisant dans l'expres-

---

(1) Les développements se trouvent dans un Mémoire qui paraîtra prochainement dans le *Journal de l'École Polytechnique.*

sion (1)

$$\varphi(\theta) \equiv \varpi(\theta)\, e^{-\int \sqrt{\left[\frac{\varpi'(\theta)}{\varpi(\theta)}\right]^2 + 1}.d\theta}.$$

La fonction ψ est arbitraire.

Dans le cas où l'équation de la courbe (C) est de la forme

$$r^{2m^2p} = 2k^{2m^2p} \sin m\theta \cos^{m^2p^2} m\theta,$$

m et p désignant des nombres positifs quelconques, on trouve, pour expression générale du potentiel résolvant le problème II,

$$\psi\left(\frac{r}{\cos^p m\theta}\right) \cos^{2p} m\theta.$$

» On a ainsi, notamment, la solution complète de ce problème pour les courbes définies par l'équation

$$r^n = k^n \sin n\theta,$$

obtenue en supposant $m = \frac{1}{p} = \frac{n}{2}$. Ces courbes, bien connues, possèdent des propriétés remarquables, et ont été étudiées, à différents points de vue, par un grand nombre de géomètres, parmi lesquels il convient de citer Maclaurin, Euler, L'Hôpital, Fagnano, Riccati, Lamé, Serret, MM. O. Bonnet, Halphen, Haton de la Goupillière, W. Roberts (1).

» En particulier, pour $n = 2$, on a une lemniscate de Bernoulli ayant son centre en O. Dans ce cas, en attribuant à la fonction arbitraire $\psi(u)$ la forme $\alpha u + \beta u^2$, on trouve, comme répondant aux conditions du problème II, une force centrale proportionnelle à la distance, qui devient une force constante en grandeur et direction, lorsque β est nul. On arrive ainsi à une belle propriété de la lemniscate due, pour le cas de la force constante, à Saladini (2), pour le cas de la force centrale proportionnelle à la distance, à M. O. Bonnet (3).

» Il est remarquable que, si l'on excepte ces deux derniers cas, le pro-

(1) On trouve sur ce sujet une intéressante Notice de M. Haton de la Goupillière, dans les *Nouvelles Annales de Mathématiques*, 2e série, t. XV, p. 97.

M. Humbert, dans un travail encore inédit, a également rencontré des propriétés nouvelles de ces mêmes courbes.

(2) *Memorie dell' Istituto nazionale Italiano*, t. I, p. 2.

(3) *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, t. IX, p. 116.

blème I soit impossible pour deux catégories importantes de forces : pour les forces centrales et pour celles qui, constamment parallèles à une direction fixe, sont fonctions de la distance de leur point d'application à une droite fixe.

» L'analyse qui m'a servi dans mon travail repose sur une relation géométrique très simple qui, pour un potentiel donné, lie la courbe (C) aux courbes *synchrones,* lieux des positions simultanées de mobiles de même masse, partant au même instant du point O sans vitesse, et décrivant des droites. En considérant, en un point M quelconque de la courbe (C), la tangente MT à cette courbe, et la tangente MU à la courbe synchrone qui y passe, ces tangentes étant supposées dirigées en sens inverse de celui où croissent les angles polaires, on a la relation

$$\pi + \widehat{OMT} = 2.\widehat{OMU}.$$

» De là résulte, entre autres conséquences, un procédé pour étendre la solution du problème II, obtenue dans le cas d'une courbe déterminée (C), à toute une série de courbes qui en dérivent par une transformation bien connue, due à M. W. Roberts.

» Les considérations géométriques que je viens d'indiquer sont une généralisation de celles dont Fuss [1] et M. Resal [2] ont fait usage pour démontrer très simplement, le premier le théorème de Saladini, le second le théorème de M. Bonnet sur la lemniscate. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur un theorème connu.* Note de M. **P. Serret.**

« C'est toujours de l'emploi *partiel* des *relations diverses* qui existent entre les éléments d'une figure donnée, de la séparation et de la mise en œuvre des seules *relations utiles*, c'est-à-dire de celles de toutes les relations données que l'on prévoit devoir suffire à l'objet que l'on a en vue, que résulte ce dernier maximum de simplicité ou de rapidité, qui est toute l'élégance de la Géométrie.

» Quant à la manière de séparer ces relations que nous disons utiles, la seule indication, vraiment effective et pratique que l'on puisse donner, est,

---

(1) *Mémoires de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg,* t. IX, p. 91.
(2) *Nouvelles Annales de Mathématiques,* 3e série, t. I, p. 481.

ce nous semble, de se reporter, dans chaque cas, au précepte de Lagrange, c'est-à-dire de chercher à reconnaître tout d'abord « le plus grand degré d'indétermination dont la grandeur est susceptible », ou la forme la plus vague et la moins explicite, dans laquelle nous pouvons peut-être la laisser, sans inconvénient pour l'objet partiel que nous avons en vue.

» Pour en donner un exemple, proposons-nous d'établir *directement* la correspondance des lignes de courbure dans deux surfaces à rayons vecteurs réciproques.

» Soient

$m(x, y, z)$ le point décrivant de la première surface (s);
$M(X, Y, Z)$ le point décrivant de la seconde;
a, b, c les cosinus directeurs de la normale $\overline{mn}$ à la première surface;
A, B, C les cosinus analogues de la normale $\overline{MN}$ à la seconde.

» On aura d'abord, par suite des valeurs réciproques des rayons vecteurs $\overline{Om}$ et $\overline{OM}$,

$$(1) \qquad \frac{X}{x} = \frac{Y}{y} = \frac{Z}{z} = \lambda = \frac{\overline{OM}}{\overline{Om}} = \frac{K}{\overline{Om}^2}.$$

» Puis, en remarquant que le rayon vecteur $\overline{OmM}$, de cosinus directeurs proportionnels à x, y, z, est parallèle à la bissectrice de l'angle des deux normales (a, b, c), (A, B, C), on pourra écrire

$$(2) \qquad \frac{A + a}{x} = \frac{B + b}{y} = \frac{C + c}{z} = \mu.$$

» De là, définitivement, et en désignant par λ et μ des fonctions déterminées de x, y, z, qu'il est possible que nous n'ayons pas besoin d'expliciter,

$$(1') \qquad \begin{cases} X = \lambda x, \\ Y = \lambda y, \\ Z = \lambda z; \end{cases}$$

$$(2') \qquad \begin{cases} A = -a + \mu x, \\ B = -b + \mu y, \\ C = -c + \mu z. \end{cases}$$

» Cela posé, imaginons que le point $M(X, Y, Z)$ décrive une ligne de

courbure

$$(3)\qquad \frac{\partial A}{\partial X} = \frac{\partial B}{\partial Y} = \frac{\partial C}{\partial Z} = \frac{1}{R}$$

de la surface (S); et voyons se vérifier que le point correspondant $m(x, y, z)$ de l'autre surface (s) décrit de même une ligne de courbure de celle-ci.

» Remplaçant, à cet effet, dans la formule (3), les différentielles par leurs valeurs tirées des formules (1′) et (2′), il vient d'abord

$$(3')\qquad \frac{1}{R} = \frac{\mu\,\partial x + x\,\partial\mu - \partial a}{\lambda\,\partial x + x\,\partial\lambda} = \frac{\mu\,\partial y + y\,\partial\mu - \partial b}{\lambda\,\partial y + y\,\partial\lambda} = \frac{\mu\,\partial z + z\,\partial\mu - \partial c}{\lambda\,\partial z + z\,\partial\lambda}.$$

» De là, ensuite, en composant (par addition des numérateurs et addition des dénominateurs) les trois rapports multipliés respectivement, haut et bas, par a, b, c; et ayant égard aux identités de définition,

$$a\,\partial a + b\,\partial b + c\,\partial c = 0, \qquad a\,\partial x + b\,\partial y + c\,\partial z = 0,$$

il vient, en second lieu,

$$(3'')\quad \left\{ \begin{aligned} \frac{1}{R} &= \underbrace{\frac{\mu\,\partial x + x\,\partial\mu - \partial a}{\lambda\,\partial x + x\,\partial\lambda}}_{(\alpha).} = \underbrace{\frac{\mu\,\partial y + y\,\partial\mu - \partial b}{\lambda\,\partial y + y\,\partial\lambda}}_{(\beta).} = \underbrace{\frac{\mu\,\partial z + z\,\partial\mu - \partial c}{\lambda\,\partial z + z\,\partial\lambda}}_{(\gamma).} \\ &= \frac{\partial\mu\,\Sigma a x}{\partial\lambda\,\Sigma a x} = \frac{\partial\mu}{\partial\lambda} = \underbrace{\frac{x\,\partial\mu}{x\,\partial\lambda}}_{(\alpha').} = \underbrace{\frac{y\,\partial\mu}{y\,\partial\lambda}}_{(\beta').} = \underbrace{\frac{z\,\partial\mu}{z\,\partial\lambda}}_{(\gamma').}; \end{aligned} \right.$$

ou encore, et en composant (par soustraction des numérateurs et soustraction des dénominateurs) les rapports (α) et (α'), (β) et (β'), (γ) et (γ'),

$$(3''')\qquad 0 = \frac{\mu\,\partial x - \partial a}{\lambda\,\partial x} = \frac{\mu\,\partial y - \partial b}{\lambda\,\partial y} = \frac{\mu\,\partial z - \partial c}{\lambda\,\partial z},$$

c'est-à-dire enfin

$$(3^{\text{iv}})\qquad \frac{\partial x}{\partial a} = \frac{\partial y}{\partial b} = \frac{\partial z}{\partial c} = \frac{1}{\mu},$$

ce qui démontre le théorème.

» Il existe une démonstration géométrique, décalquée en quelque manière de la précédente, et où la vérification se réduit à l'égalité sinussique, qui exprime la propriété des transversales sur la sphère. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'exploseur-vérificateur de quantité et de tension.* Note de MM. **Louis de Place** et **Bassée-Crosse**, présentée par M. Perrier.

« L'exploseur de quantité et de tension de Place-Bassée se compose d'une pile humide du système de Place-Germain, d'une bobine d'induction et d'un téléphone.

» La nouvelle pile de Place-Germain, grâce aux propriétés spéciales de la substance qui constitue l'absorbant, n'évapore pas et n'effleurit pas; elle ne dépense pas en circuit ouvert et fonctionne en circuit fermé tant qu'elle est humide, jusqu'à usure complète des zincs. Il suffit pour régénérer la pile, et cela après un long espace de temps, de la tremper dans une solution de chlorhydrate d'ammoniaque, ou simplement dans l'eau de mer, ce qui rend l'emploi de cette pile des plus convenables pour la marine et le service des torpilles. La substance absorbante est le cofferdam, dont M. Germain a appliqué les propriétés remarquables d'absorption. La fibre de noix de coco finement pulvérisée peut, en effet, contenir jusqu'à dix fois son poids d'eau. La disposition très spéciale de cette pile, dite *voltaïque,* est de M. de Place.

» *Description de l'appareil.* — L'exploseur est contenu dans une boîte de petit volume. Sur le dessus du couvercle intérieur, on remarque trois boutons commutateurs portant des étiquettes gravées, un téléphone du système Barbier sur son siège et deux bornes à ressort destinées à recevoir les fils du circuit extérieur.

» *Explosion de quantité.* — Le bouton commutateur de droite est destiné à faire exploser les amorces de quantité à fil de platine fonctionnant par courants continus, en lançant dans le circuit extérieur le courant de la pile. Un *groupe* pesant 700^{gr} de la pile *voltaïque* de Place-Germain donne une tension de 7 volts et une intensité de 0,3 d'ampère, ce qui permet l'explosion des amorces de quantité dans un circuit de grande longueur.

» *Explosion de tension.* — Le bouton commutateur de gauche est destiné à lancer du même coup et le courant de la pile dans l'inducteur de la bobine, et le courant de l'induit de cette bobine dans le circuit extérieur. Avec les amorces de tension, l'appareil peut donner des explosions dans des circuits de plus de 100^{km}.

» *Vérification.* — Maintenant encore, dans bien des cas, la vérification des amorces se fait avec une pile spéciale et un galvanomètre. Cette méthode, qui a pour but de s'assurer de la continuité du fil de platine des amorces de quantité, est très délicate et peut donner lieu à des explosions prématurées, si l'on ne connaît pas parfaitement la résistance des amorces et la force de la pile de vérification. Aussi a-t-on été amené à construire des amorces très résistantes, ce qui n'est pas avantageux.

» La méthode de vérification des circuits au téléphone n'est pas nouvelle; elle a été employée d'abord en Amérique par le capitaine Mac-Evoy pour la vérification des torpilles sous-marines et appliquée plus récemment en France par M. Ducretet. Cette méthode ne peut pas donner lieu à des explosions prématurées, l'intensité du courant nécessaire pour faire parler un téléphone ne dépassant pas l'ordre des millionièmes d'ampère. L'exploseur de Place-Bassée est construit de telle façon dans ses communications, que, par le seul fait d'enlever le téléphone de son siège, on introduit dans le circuit extérieur des résistances telles, qu'en appuyant sur le bouton commutateur du milieu, destiné aux vérifications comme son étiquette l'indique, il n'y a aucun danger de donner des explosions prématurées. Nous avons vérifié maintes fois des amorces de quantité ayant seulement 0,1 d'ohm de résistance, et cela aux bornes de l'appareil, sans jamais avoir eu d'explosion accidentelle.

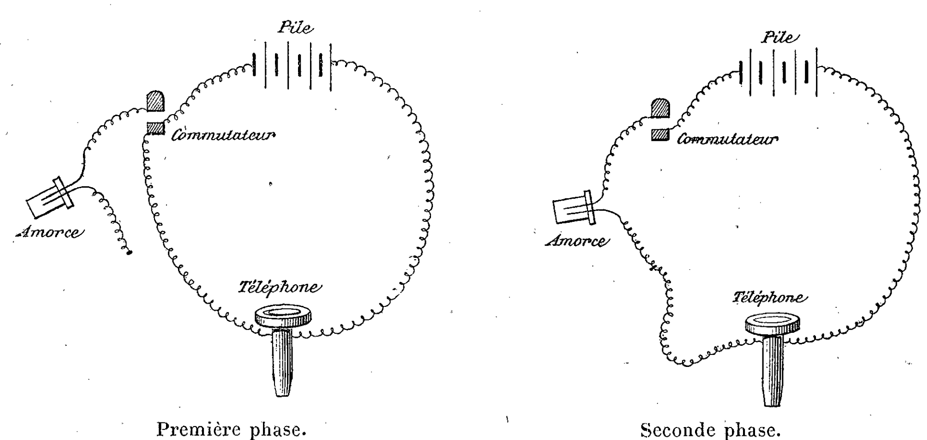
» *Vérification des amorces de quantité.* — Pour vérifier les amorces de quantité, il suffit d'enlever le téléphone de son siège pour que, aussitôt, le fil induit très fin et très résistant de la bobine entre automatiquement dans le circuit extérieur, de telle sorte qu'en commutant vivement et à fond plusieurs fois de suite au bouton de vérification, il passe le courant nécessaire pour faire *parler le téléphone très fort si l'amorce est bonne,* par suite de la continuité du fil de platine. Si le fil de platine n'existe pas ou s'il est brisé, *le téléphone reste muet et l'amorce est mauvaise.* C'est donc une vérification aussi bonne que la vérification au galvanomètre et, d'un autre côté, beaucoup plus facile, puisqu'elle se fait *sans danger* avec la même pile qui sert à l'explosion. Une seule chose ne peut être vérifiée, ni par le téléphone ni par le galvanomètre : c'est l'absence du fulmi-coton dans l'amorce.

» *Vérification des amorces de tension.* — Quant aux amorces de tension, elles sont, comme on le sait, composées de deux fils isolés dont les bouts dénudés, placés à bonne distance d'étincelle, plongent dans une composition fusante rendue légèrement conductrice par l'addition de quelques parties

de charbon de cornue finement pulvérisé. Mais cette conductibilité est trop faible pour que le courant de la pile lancé dans l'amorce et le téléphone fasse parler ce dernier.

» Il faudrait, pour rendre l'amorce *parlante,* la fixer (le circuit téléphonique étant établi) par une de ses branches à l'une des bornes de l'exploseur, l'autre branche de l'amorce ne communiquant avec rien; puis, cela fait, commuter vivement et à fond plusieurs fois de suite. Dans ce cas, l'amorce se charge comme un condensateur, et si l'on rattache au téléphone la branche de l'amorce qui tout à l'heure *était en l'air,* l'amorce parlera pendant quelques minutes pour redevenir silencieuse après un laps de temps plus ou moins long, suivant que l'*amorce condensateur* aura été chargée plus ou moins longtemps. On entendra donc dans le téléphone, pendant quelques instants, en commutant sur le bouton, les décharges successives du petit condensateur formé par l'amorce.

» Les deux figures schématiques ci-dessous représentent les phases de ce phénomène, qui nous a semblé assez curieux pour que nous l'exposions ici.



Première phase.
L'amorce se charge comme condensateur.

Seconde phase.
L'amorce formant condensateur se décharge.

» On comprend qu'il eût été délicat et presque impossible d'agir de la sorte pour la vérification des amorces de tension; aussi, dans l'exploseur de Place-Bassée une autre disposition a été prise. Le fait seul d'enlever le téléphone de son siège place l'amorce en dérivation sur le fil induit de la bobine.

» De telle sorte qu'en commutant à fond, vivement et rapidement, sur le bouton, le courant de la pile se trouve à chaque contact du bouton lancé dans le fil induit de la bobine, puis, au moment où le bouton se relève, le

courant se rompant, l'extra-courant de rupture ne trouve plus pour passer que l'amorce et le téléphone; il fait alors parler ce dernier de différentes façons, suivant que l'amorce est bonne ou mauvaise :

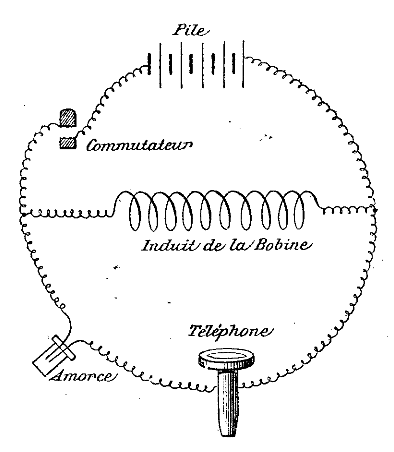


Figure schématique montrant le dispositif de vérification obtenu automatiquement dans l'exploseur.

» 1° *Si l'amorce est bonne,* la légère conductibilité de sa substance explosive donne dans le *téléphone un bruit léger, saisissable quand le téléphone est appliqué à l'oreille;*

» 2° *Si l'amorce est mauvaise* parce que les extrémités dénudées de ses fils se touchent, *le téléphone parle bruyamment et s'entend à distance;*

» 3° *Si enfin l'amorce est mauvaise* par suite de l'absence de composition fusante, *le téléphone reste muet.*

» Cet appareil est portatif, peu encombrant, peu fragile, de conservation indéfinie, d'un prix relativement peu élevé (bien moins cher que l'exploseur magnéto dit *coup de poing*), et il a l'avantage de remplacer, sans manipulation, les exploseurs de quantité et les exploseurs de tension.

Il donne enfin, sans danger d'explosion prématurée, la vérification des circuits à un moment quelconque pour l'une et pour l'autre espèce d'amorce. »

PHYSIQUE. — *Recherches calorimétriques sur les chaleurs spécifiques et les changements d'état aux températures élevées.* Note de M. **Pionchon**, présentée par M. Berthelot.

« Dans ce premier travail sur un aussi vaste sujet, j'ai examiné un certain nombre de métaux qui, en raison de la diversité de leurs propriétés,

m'ont permis de mettre à l'épreuve, dans les circonstances les plus variées, la méthode dont je comptais faire usage [1]. Les uns, comme le platine iridié et le platine palladié, étaient à la fois très difficilement fusibles et inaltérables. D'autres, comme le fer, le nickel, le cobalt, étaient aussi très réfractaires, mais oxydables. D'autres, comme l'argent, devaient être fondus dans le cours des expériences et étudiés en partie à l'état liquide. L'étain enfin offrait le cas intéressant d'un métal pouvant être étudié à l'état liquide dans un très grand intervalle de températures. Les principaux résultats de cette étude sont groupés dans le Tableau suivant :

Argent....	de 0° à 907°	$q_0^t = 0{,}0578\,t + 0{,}0000044\,t^2 + 0{,}000000006\,t^3$, $\gamma_t = 0{,}0578 + 0{,}0000088\,t + 0{,}000000018\,t^2$;
	de 907 à 1100	$q_0^t = 0{,}0748\,t + 17{,}20$, $\gamma_t = 0{,}0748$;
Étain......	de 232,7 à 1110	$q_0^t = 14{,}375 + 0{,}0612931\,t - 0{,}0000104741\,t^2 + 0{,}0000000103448\,t^3$, $\gamma_t = 0{,}0612931 - 0{,}0000209482\,t + 0{,}0000000310344\,t^2$;
Fer.......	de 0 à 660	$q_0^t = 0{,}11012\,t + 0{,}0000253333\,t^2 + 0{,}000000054666\,t^3$, $\gamma_t = 0{,}11012 + 0{,}0000506666\,t + 0{,}000000163998\,t^2$;
	de 660 à 720	$q_0^t = 0{,}57803\,t - 0{,}00143598\,t^2 + 0{,}000001195\,t^3$, $\gamma_t = 0{,}57803 - 0{,}00287196\,t + 0{,}000003585\,t^2$;
	de 720 à 1000	$q_0^t = 0{,}218\,t - 39$, $\gamma_t = 0{,}218$;
	de 1050 à 1200	$q_0^t = 0{,}19887\,t - 23{,}44$, $\gamma_t = 0{,}19887$;
Nickel.....	de 0 à 230	$q_0^t = 0{,}10836\,t + 0{,}00002233\,t^3$, $\gamma_t = 0{,}10836 + 0{,}00004466\,t$;
	de 230 à 400	$q_0^t = 0{,}183493\,t - 0{,}000282\,t^2 + 0{,}00000046666\,t^2$, $\gamma_t = 0{,}183493 - 0{,}000564\,t + 0{,}000001399998\,t^2$;
	de 400 à 1150	$q_0^t = 0{,}099\,t + 0{,}00003375\,t^2 + 6{,}55$, $\gamma_t = 0{,}099 + 0{,}00006175\,t$;
Cobalt	de 0 à 890	$q_0^t = 0{,}10584\,t + 0{,}0000228667\,t^2 + 0{,}0000000219427\,t^3$, $\gamma_t = 0{,}10584 + 0{,}0000457334\,t + 0{,}0000000658281\,t^2$;
	de 890 à 1150	$q_0^t = 0{,}124\,t + 0{,}00004\,t^2 - 14{,}8$, $\gamma_t = 0{,}124 + 0{,}00008\,t$.

» Chacun de ces corps a donné lieu à quelque observation intéressante. L'étude de l'argent, jusqu'à une température supérieure de 200° à son point de fusion, a fourni un nouvel exemple de la presque identité de la

---

[1] Voir *Comptes rendus*, séance du 22 mars 1886.

chaleur spécifique des métaux avant et après la fusion; on voit en effet que l'on a

$$\gamma_{800} = 0,076, \qquad \gamma_{1000} = 0,0748.$$

» Cet argent étant introduit à l'état solide dans une boîte en fer, enfermée elle-même dans une enveloppe de platine, se trouvait dans l'impossibilité d'absorber de l'oxygène quand il venait à être fondu. Est-ce à cette circonstance qu'il faut attribuer le fait que son point de fusion s'est montré notablement inférieur (907°) à celui que des observateurs précédents avaient trouvé pour l'argent fondu au contact de l'air (954°)? La question mérite d'être examinée. On ne voit pas *a priori* d'impossibilité à ce que l'oxygène dissous dans l'argent fondu à l'air ait une influence sur le point de solidification.

» La faible et lente variation ($\gamma_{250} = 0,05799$; $\gamma_{1100} = 0,0758$) de la chaleur spécifique de l'étain fondu montre que ce liquide diffère singulièrement des liquides ordinaires, chez lesquels, au contraire, la chaleur spécifique varie avec la température d'une manière extrêmement rapide.

» Les boîtes en fer étant attaquées par l'étain aux températures élevées, j'ai employé, à leur défaut, des boîtes en charbon de cornue, dont j'ai dû faire au préalable l'étude calorimétrique. Il y a identité parfaite à ce point de vue entre ce charbon et le graphite, dont l'étude a été faite par Weber. Mes expériences reçoivent ainsi de celles de Weber un contrôle précieux, et en retour elles viennent à l'appui de la remarquable proposition formulée par ce physicien, savoir qu'aux températures élevées toutes les variétés de carbone ont la même chaleur spécifique.

» Pour les trois métaux magnétiques, la variation de la chaleur spécifique a révélé l'existence de modifications allotropiques. Ces changements d'état ont lieu pour le fer entre 660° et 720° et vers 1050°; pour le nickel, entre 220° et 400°; enfin, pour le cobalt, vers 900°. Ils expliquent les singularités qui avaient été si remarquées dans la marche des phénomènes présentés par ces corps et dans l'étude chimique de leurs composés [1]. Maintenant que l'étude calorimétrique de ces métaux est faite, celle de la variation de leurs diverses propriétés avec la température deviendra relativement facile. On opérera sur de petites masses enfermées, comme je l'ai indiqué, dans des enveloppes de platine; au moment où l'on aura observé un effet quelconque,

---

[1] Voir Moissan, *Sur les oxydes métalliques de la famille du fer* (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXI, p. 199; 1880).

il suffira de les plonger dans un calorimètre pour connaître, par la quantité de chaleur communiquée à l'eau, la température qu'elles possédaient à cet instant. Avant d'entreprendre, dans cette voie, des recherches précises, j'ai fait quelques expériences d'essai sur la disparition des propriétés magnétiques, et je me suis assuré qu'elle correspond, ce qui était extrêmement probable, aux changements d'état que j'ai signalés.

» Une question importante se pose au terme de toute recherche sur les chaleurs spécifiques. Quelle est la conclusion à tirer des nouvelles recherches, touchant la loi de Dulong et Petit? Les chaleurs spécifiques étant variables avec la température ([1]) et inégalement variables pour les différents corps, la loi en question ne saurait avoir le caractère de rigueur absolue qu'on lui avait attribué tout d'abord. Elle se réduit à une simple remarque : c'est qu'il y a un intervalle de températures, l'intervalle de 0° à 100°, dans lequel les valeurs des produits des chaleurs spécifiques des différents corps par leurs équivalents sont plus voisines les unes des autres que partout ailleurs. Les courbes qui représentent ces produits forment, dans cet espace, un faisceau assez resserré; mais, à mesure que la température s'élève, ce faisceau devient de plus en plus divergent. Mes expériences confirment donc pleinement le jugement porté sur la loi de Dulong et Petit par M. Berthelot ([2]). »

CHIMIE. — *Sur les tensions de vapeur des dissolutions faites dans l'éther.* Note de M. **Em. Raoult**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai trouvé, il y a déjà longtemps (*Comptes rendus*, 22 juillet 1878), qu'il existe une relation étroite entre les diminutions de tension de vapeur des dissolutions aqueuses, les abaissements de leurs points de congélation, et les poids moléculaires des corps dissous. Cette observation a été le point de départ de mes recherches sur le point de congélation (*Comptes rendus*, t. XCIV à CI), et c'est encore elle qui, aujourd'hui, me conduit à entreprendre un travail semblable sur les tensions de leurs vapeurs.

» Je me suis d'abord occupé des dissolutions faites dans l'éther, parce qu'elles se prêtent aisément à ce genre d'études, et j'en ai déterminé les

---

(1) Ainsi, pour le fer, $\gamma_0 = 0,11012$; $\gamma_{1000} = 0,218$, valeur sensiblement double de la précédente (voir ma Note du 21 juin 1886).

(2) Berthelot, *Mécanique chimique*, t. I, p. 475.

tensions de vapeur par la méthode de Dalton. Je mesure, au cathétomètre, les hauteurs du mercure soulevé dans des tubes barométriques, dont l'un ne contient que du mercure et dont les autres renferment, en outre, une colonne de $0^m,03$ environ, soit d'éther pur, soit d'éther tenant en dissolution diverses substances aussi peu volatiles que possible. Ces tubes ont une longueur de 1^m et un diamètre intérieur de $0^m,01$. Ils sont étirés, à leur partie supérieure, en une longue pointe qui sert à en extraire toute trace de gaz; à cet effet, on les enfonce dans une cuve profonde, on coupe la pointe, et, quand l'éther intérieur en touche l'extrémité effilée, on ferme celle-ci d'un trait de chalumeau. Avant de procéder aux mesures, on agite toutes les dissolutions et l'on en mouille bien les parois. Pour cela, on saisit successivement chaque tube avec une pince en bois et on l'incline assez fortement pour que l'éther vienne heurter le sommet; on le redresse ensuite et l'on recommence ainsi plusieurs fois. Cette opération est indispensable. Dans le calcul des résultats, j'ai soin d'ajouter, à la pression du mercure dans chaque tube, celle qui provient de la petite colonne d'éther, ou de dissolution éthérée, qui lui est superposée. J'ai même la précaution de corriger le titre des dissolutions de la petite quantité d'éther, séparée sous forme de vapeur. Toutes corrections faites, j'obtiens ainsi les tensions de vapeur de l'éther et des dissolutions éthérées, à $\frac{1}{10}$ de millimètre près. Voici l'indication des principaux résultats.

» *Influence de la température.* — Entre 0° et 25° C., la différence, entre la tension de vapeur d'une dissolution éthérée et celle de l'éther, est *rigoureusement* proportionnelle à la tension de vapeur de l'éther pur; de sorte que, si l'on désigne par f la tension de vapeur de l'éther et par f' la tension de vapeur, à la même température, d'une dissolution éthérée déterminée, le rapport $\frac{f-f'}{f}$ est indépendant de la température et caractérise cette dissolution.

» *Influence du degré de concentration.* — Pour les dissolutions de concentration moyenne, renfermant, par exemple, de 1^{mol} à 5^{mol} de substance dissoute pour 5000^{gr} d'éther, la différence entre leur tension de vapeur et celle de l'éther pur est sensiblement proportionnelle au poids de substance dissoute dans un poids constant de dissolvant.

» Si donc on désigne par M le poids moléculaire d'un composé déterminé et par P le poids de ce composé existant en dissolution dans 100^{gr} d'éther, on a

$$\frac{f-f'}{f} \times \frac{M}{P} = K.$$

» Cette quantité K représente la différence relative de tension de vapeur que produirait 1^{mol} de substance, en se dissolvant dans 100^{gr} d'éther; elle est constante pour chaque substance et elle constitue ce que j'appellerai sa *diminution moléculaire de tension*.

» *Influence de la nature du corps dissous.* — Tout corps, en se dissolvant dans l'éther, diminue la tension de vapeur de ce liquide. La diminution relative de tension, produite par 1^{gr} de substance dans 100^{gr} d'éther, peut varier extrêmement avec la nature de la substance dissoute; mais la *diminution moléculaire de tension* K, calculée par la formule qui précède, n'en dépend pas et reste la même pour tous les corps. C'est ce que montre le Tableau suivant :

Substance dissoute dans l'éther.	Formule chimique.	Poids moléculaire	Diminution moléculaire de tension K.
Éthylène perchloré	C^2Cl^6	237	0,71
Essence de térébenthine	$C^{10}H^{16}$	136	0,71
Salicylate de méthyle	$C^8H^8O^3$	152	0,71
Azocuminate de méthyle	$C^{22}H^{26}Az^2O^4$	382	0,68
Acide cyanique	CAzOH	43	0,70
Acide benzoïque	$C^7H^6O^2$	122	0,71
Acide trichloracétique	$C^2Cl^3O^2H$	163,5	0,71
Aldéhyde benzoïque	C^7H^6O	106	0,72
Alcool caprylique	$C^8H^{18}O$	130	0,73
Cyanamide	CAz^3H^2	42	0,74
Aniline	C^6H^7Az	93	0,71
Mercure-éthyle	$C^4H^{10}Hg$	258	0,69
Chlorure antimonieux	$SbCl^3$	228,5	0,67

» Il résulte de là que les *diminutions moléculaires de tension* de vapeur sont toujours comprises entre 0,67 et 0,74 et, généralement, très voisines de la moyenne 0,71, quels que soient la composition, la fonction chimique et le poids moléculaire des corps dissous. En d'autres termes, *si l'on dissout* 1^{mol} *d'un composé quelconque dans* 100^{gr} *d'éther, on diminue la tension de vapeur de ce liquide d'une fraction constante de sa valeur normale; cette fraction est de* 0,71, *à toutes les températures comprises entre* 0° *et* 25°. »

PHYSIQUE. — *Sur l'entraînement des corps dissous, dans l'évaporation de leur dissolvant.* Note de M. **P. Marguerite-Delacharlonny**, présentée par M. Debray.

« L'ébullition tumultueuse de l'eau entraîne avec la vapeur une certaine quantité de particules liquides. Si l'eau portée à l'ébullition contient des sels dissous, ceux-ci se trouvent entraînés avec elle. Cet entraînement produit des concrétions calcaires dans les conduites de vapeur. Il se produit également aux températures inférieures à l'ébullition, même dans la simple évaporation à la température ordinaire.

» Les expériences ont porté sur un acide et une base et sur deux sels, l'un acide, l'autre alcalin; les résultats avec tous ces corps ont été identiques : l'évaporation de l'eau leur servant de dissolvant a entraîné dans l'air une partie des corps dissous.

» On a opéré ainsi sur l'acide sulfurique, la soude, le sulfate ferrique et le carbonate de soude ; les réactifs utilisés ont été, pour l'acide sulfurique, le papier de tournesol et l'hélianthine, pour la soude le papier de tournesol rougi, pour le sulfate ferrique, le sulfocyanure de potassium et pour le carbonate de soude, le papier de tournesol rouge.

» Les dissolutions contenaient pour 1000^{cc} d'eau, celle d'acide sulfurique 500^{cc} acide à 66°, celle de soude 500^{gr} hydrate fondu, celle de carbonate de soude 500^{gr} sel cristallisé, enfin celle de sulfate ferrique marquait 25°.

» Les dissolutions étaient mises dans des récipients recouverts d'un entonnoir renversé, les papiers témoins placés à l'extrémité de la partie la plus étroite.

» On a d'abord opéré à la température maintenue constante entre 65° et 70° : au bout de quelques heures, les réactifs ont tous témoigné de l'action des corps dissous. Pour le sulfocyanure, on a dû le mettre en contact avec l'eau condensée, la vapeur l'ayant une première fois ou entraîné ou détruit, mais dans les trois autres cas les réactions ont été caractéristiques sous l'action seule des vapeurs produites.

» L'expérience a été ensuite continuée en exposant le tout à la température ordinaire et renouvelant les papiers témoins : les résultats ont été les mêmes, quoique nécessairement moins rapides. A la température de 65° à 70°, il avait suffi de deux à trois heures; à la température ordinaire il a fallu plusieurs jours; la soude a donné un commencement d'action visible

au bout de deux jours, l'acide sulfurique a demandé un peu moins, le sulfate ferrique, trois jours, le carbonate de soude, cinq jours. Pour le sulfocyanure, il y a eu aussi entraînement du réactif : le papier se colore seulement dans la partie intermédiaire entre celle restée dans l'entonnoir et celle située à l'intérieur.

» Ce phénomène a été retrouvé dans des cas plus intéressants peut-être, parce qu'ils sortent du laboratoire pour se rapprocher des phénomènes naturels.

» Les observations ont été faites dans des bâtiments renfermant des sels acides : l'un d'eux contenait du sulfate de fer imprégné d'une solution saturée et acidifiée par les petites quantités d'acide sulfurique, l'autre de l'alun également mouillé par une petite quantité de liquide saturé et acide. Au-dessus de ces tas de sels, à différentes places dans les bâtiments et même à des distances notables de ceux-ci, on a placé des papiers imprégnés de dissolution d'hélianthine ou de tournesol, afin de constater si l'entraînement de l'acide dans l'air se faisait également dans ce cas, c'est-à-dire à l'ombre et à des températures ne dépassant pas la température minima du jour.

» On a reconnu rapidement aux magasins de sulfate de fer la présence de l'acide dans l'air : au bout de deux ou trois jours, les papiers avaient entièrement viré au rouge. Dans les magasins d'alun la réaction a été moins rapide, mais tout aussi nette ; pour ceux-ci, d'ailleurs, les sels étaient en cristaux moins fins et plus secs, d'où une évaporation moins grande.

» Des papiers au prussiate de potasse placés dans les mêmes conditions ont été colorés en bleu par la réaction combinée de l'acide et du sulfate de fer. Bien entendu, d'autres papiers placés dans la campagne n'ont donné lieu à aucun changement analogue.

» Il ne peut être question, dans ces résultats, d'entraînement de poussières de sel : ceux-ci étant toujours humides d'ailleurs, les poussières eussent formé des taches sur les papiers ; ils étaient au contraire uniformément colorés. »

CHIMIE. — *Recherches sur les phosphates bimétalliques et sels congénères, et sur leurs transformations*. Note de M. A. JOLY, présentée par M. Berthelot.

« Un grand nombre de phosphates insolubles ou peu solubles dans l'eau peuvent être obtenus par double décomposition entre une dissolution de phosphate bisodique et une dissolution métallique ; mais, suivant la na-

ture du métal, le produit final de la réaction est un phosphate trimétallique ou un phosphate bimétallique.

» Ainsi, dans le cas où la dissolution métallique est l'azotate d'argent, on obtient *immédiatement* un précipité jaune, *amorphe*, de phosphate triargentique, et la liqueur contient un acide libre.

» Dans d'autres cas, au contraire (sels de calcium, de strontium, de baryum, de manganèse), le produit *final* de la réaction est un phosphate bimétallique *cristallisé*. Au moment où l'on mélange les deux liqueurs, on observe la formation d'un précipité gélatineux dont la composition, si les liqueurs sont suffisamment étendues, diffère peu de celle d'un phosphate *trimétallique*. La liqueur est alors *acide* au tournesol, *neutre* au méthylorange et renferme, par conséquent, un phosphate monométallique. Cette réaction première correspond à un état d'équilibre instable, corrélatif de celui qui existait précédemment dans la dissolution prétendue du phosphate bisodique. Je me propose d'établir, dans cette Note, que la transformation du précipité gélatineux initial en un produit cristallisé résulte surtout d'une réaction chimique ultérieure entre le précipité et le liquide au sein duquel il a pris naissance.

» Lorsque le phosphate précipité est un phosphate alcalino-terreux ou un phosphate manganeux, et lorsque les liqueurs sont étendues ($1^{éq}$ de phosphate dissous dans 6^{lit} d'eau, ou mieux 10^{lit}), la première réaction peut être formulée, en grande partie du moins,

$$PO^8Na^2H + 2MA = \tfrac{1}{2}(PO^8M^3) + \tfrac{1}{2}(PO^8MH^2) + 2NaCl.$$

» Puis une seconde réaction se produit, dont la rapidité ou même la possibilité dépend des conditions de stabilité, variables avec la température et la dilution, du phosphate monométallique en présence de l'eau. Les phosphates monocalcique, monostrontianique, monobarytique et le phosphate monomanganeux sont, en effet, décomposables par l'eau; j'ai étudié ce phénomène en détail dans le cas des sels alcalino-terreux (*Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 1274). J'ai constaté depuis que le phosphate monomanganeux $PO^8MnH^2 + H^2O^2$ se décomposait suivant une loi analogue, en un précipité cristallisé de phosphate bimétallique $PO^8Mn^2H + 3H^2O^2$ et acide libre qui limite le phénomène. Si la dissolution est étendue ($1^{éq} = 10^{lit}$), la décomposition est peu sensible; elle devient d'autant plus avancée que le poids de la matière dissoute dans un même poids d'eau est plus considérable.

» Lorsque la décomposition du sel monométallique est commencée, elle donne lieu à un dépôt cristallin de phosphate bimétallique et à de

l'acide libre qui réagit peu à peu sur le sel trimétallique précipité, pour le transformer en sel bimétallique cristallisé. Ces réactions simultanées se poursuivent plus ou moins rapidement, suivant les conditions de l'expérience, et la transformation peut demeurer incomplète dans les dissolutions étendues. Lorsque la stabilité du sel monométallique en présence de l'eau est relativement grande, la réaction ne s'effectue qu'avec une extrême lenteur ; il peut arriver même que le sel gélatineux ou amorphe reste mélangé, au bout de plusieurs jours, de quelques cristaux seulement du phosphate bimétallique : c'est le cas du manganèse. La transformation ne deviendrait complète, à la température ordinaire, que si l'on rendait la liqueur acide par l'addition de quelques gouttes d'une dissolution concentrée d'acide phosphorique.

» La transformation du précipité gélatineux en un précipité cristallisé de composition différente est plus facile à réaliser et plus complète avec les bases alcalino-terreuses; la stabilité des phosphates monométalliques en présence de l'eau est moindre, en effet, que pour le sel manganeux. La réaction secondaire produit un phosphate bicalcique cristallisé $PO^8Ca^2H + 2H^2O^2$, ou un phosphate bistrontianique $PO^8Sr^2H + 2H^2O^2$, ou un phosphate bibarytique anhydre PO^8Ba^2H; mais la réaction ne devient complète qu'en liqueur acide.

» Entre la première et la seconde phase de la réaction, on observe souvent une transformation du précipité bien distincte de la précédente : le précipité gélatineux ou colloïdal subit cette transformation si nettement mise en évidence par M. Berthelot (*Comptes rendus*, t. CIII, p. 911), il devient cristallin; et c'est même à cette réaction seule que se borne le phénomène lorsqu'on se place dans des conditions telles que le sel bimétallique ne puisse se former. Ainsi la plupart des phosphates bimétalliques sont décomposables par l'eau à 100°; M. Debray en a donné de nombreux exemples (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXI, p. 419). La précipitation effectuée à 100° donne immédiatement un précipité gélatineux, qui devient cristallin, tout en restant trimétallique. J'ai observé même que le phosphate bimanganeux cristallisé se transforme lentement à froid en un précipité amorphe trimanganeux et sel monomanganeux dissous; et c'est pour cette cause que, dans les dissolutions étendues, la transformation du précipité initial en sel bimanganeux cristallisé demeure incomplète.

» Les phosphates bimétalliques alcalino-terreux sont également décomposables par l'eau bouillante, quoique plus difficilement que les phosphates métalliques. La précipitation effectuée à 100° entre le phosphate bisodique

et le sel alcalino-terreux donne un précipité tribasique qui change d'état sans changer de composition; le liquide reste fortement acide, et l'on ne recueille que du phosphate trimétallique si l'on filtre immédiatement. Mais, si l'on maintient à froid le précipité en présence du liquide, au bout d'un temps plus ou moins long, mais qui paraît d'autant plus long que la transformation antérieure du précipité colloïdal a été plus complète, il réagit sur le liquide acide et se change partiellement en un sel bimétallique. C'est à ces causes diverses que l'on doit attribuer les différences de composition que présentent les phosphates précipités, et de nombreux produits décrits par divers auteurs, et qui présentent des compositions intermédiaires entre les phosphates bi et trimétalliques, ne sont évidemment que des mélanges.

» J'ajouterai que la précipitation du phosphate d'argent, au moyen du phosphate bisodique, peut être envisagée comme se passant en deux phases : dans la première, formation de sel trimétallique et de sel monométallique ; dans la seconde, ce dernier se dédouble en phosphate trimétallique et acide libre qui limite le phénomène. La formation d'un phosphate bimétallique est impossible ici ; car ce sel, préparé spécialement, se décompose immédiatement en présence de l'eau, ainsi que le fait est établi. J'ai observé que les réactions ci-dessus sont applicables aux arséniates.

» Si la double décomposition est effectuée entre un sel alcalin monométallique d'un acide bibasique, tel que l'acide hypophosphorique ou l'acide pyrophosphorique et une dissolution métallique, on observe très nettement la précipitation immédiate d'un sel *bimétallique,* qui tantôt se transforme, sans changement de composition, en un précipité grenu, tantôt cristallise en se transformant en sel monométallique, suivant la nature du métal réagissant. Je citerai, par exemple, la transformation du précipité gélatineux d'hypophosphate bibarytique en une belle cristallisation d'hypophosphate monobarytique (*Comptes rendus*, t. CI, p. 1148).

» Lorsqu'on effectue les précipitations au sein du calorimètre, on peut suivre très nettement les diverses phases des réactions ; la succession des phénomènes thermiques observés peut être facilement interprétée lorsque tous les facteurs de la réaction sont connus. C'est ce que je me propose de montrer dans une prochaine Communication. »

CHIMIE. — *Saturation de l'acide arsénique normal par la magnésie, et formation de l'arséniate ammoniaco-magnésien.* Note de M. **Ch. Blarez**, présentée par M. Berthelot.

« 1. Nous avons communiqué, il y a peu de temps (*Comptes rendus*, t. CIII, p. 639 et 746), nos recherches sur les phénomènes thermiques que l'on observe quand on neutralise plus ou moins exactement l'acide arsénique normal par les solutions aqueuses de chaux, de strontiane et de baryte, en même temps que les effets de virage produits sur les principaux réactifs alcalimétriques. Nous avons fait ressortir, à propos de la saturation par la baryte, la quantité de chaleur, relativement énorme, dégagée par l'addition d'un troisième équivalent à un arséniate bibarytique. Depuis nos Communications, M. Berthelot a publié sur les phosphates une série de faits nouveaux des plus intéressants. M. Berthelot a montré, entre autres choses, que, suivant l'état colloïdal ou cristallisé du phosphate engendré, la chaleur de formation est souvent fort différente et toujours plus grande dans le second cas que dans le premier. Nous avions aussi attribué à un phénomène de cristallisation le dégagement de chaleur, *a priori* si anormal, lors de la formation de l'arséniate tribarytique; mais nous n'avions pu saisir de différence entre plusieurs états de ce sel. Quoi qu'il en soit, nous n'avons pas perdu de vue les arséniates alcalino-terreux, et, en mettant à profit les belles expériences de M. Berthelot sur les phosphates, nous donnerons bientôt les résultats de nos nombreuses expériences sur les arséniates, lorsque nous les aurons minutieusement contrôlés.

» 2. Pour compléter l'étude de la saturation de l'acide arsénique normal, nous avons étudié la formation des *arséniates de magnésie* et celle de l'*arséniate ammoniaco-magnésien*. Disons tout d'abord que nous avons fait nos déterminations à une température voisine de 12°-13°, et de façon que $1^{éq}$ de sel formé se trouve dans 50^{lit} d'eau environ : cela, pour nous mettre dans les mêmes conditions que celles dans lesquelles nous avons opéré pour les arséniates de chaux, de strontiane et de baryte.

» 3. *Arséniate monomagnésien* AsO^8MgH^2. — Nous avons préparé de la magnésie calcinée pure. Nous l'avons titrée après sa préparation et nous en avons mis dans le calorimètre un poids égal à $\frac{1}{100}$ d'équivalent avec 500^{cc} d'eau distillée. Nous avons laissé en contact, pendant deux heures,

dans le calorimètre fermé. Nous avons, au bout de ce temps, ajouté l'acide arsénique (10^{cc} d'acide normal).

		Chaleur dégagée. Cal
Première opération. —	La dissolution a duré 18^m; la chaleur dégagée, calculs et corrections effectués, pour $1^{éq}$ de sel formé en état de dissolution, a été de	14,943
Seconde opération. —	La dissolution a duré 12^m	14,790
	Moyenne	14,866

» 4. *Arséniate bimagnésien* AsO^8Mg^2H. — Nous avons opéré comme dans le cas précédent, avec cette différence que nous avons mis dans le calorimètre $\frac{2}{100}$ d'équivalent de magnésie :

		Chaleur dégagée. Cal
Première opération (durée 28^m). —	Le sel formé reste en dissolution	26,50
Seconde opération (durée 32^m). —	» »	26,16
	Moyenne	26,33

» 5. *Arséniate trimagnésien* AsO^8Mg^3. — Même mode opératoire, avec $\frac{3}{100}$ d'équivalent de magnésie :

		Chaleur dégagée. Cal
Première opération (durée 25^m). —	Sel formé nettement cristallisé	28,86
Seconde opération (durée 40^m). —	» »	27,82
	Moyenne	28,36

» 6. En résumé, les chaleurs de neutralisation directe d'une molécule d'acide arsénique par la magnésie sont les suivantes :

	Cal
Premier équivalent	14,866
Deuxième équivalent	11,464
Troisième équivalent	2,03

» Ces déterminations peuvent être faites par double décomposition; nous en parlerons plus tard, en revenant sur les autres arséniates.

» 7. *Arséniate ammoniaco-magnésien* $AsO^8Mg^2AzH^4$. — Nous avons déterminé la chaleur de formation de ce sel par un grand nombre de procédés. Nous l'avons aussi déterminée directement en partant du phosphate bimagnésien préparé lui-même dans le calorimètre, et comme complément de nos expériences sur la formation des arséniates bimagné-

siens citées ci-dessus. Nous n'avons eu qu'à ajouter $\frac{1}{100}$ d'équivalent d'ammoniaque dans notre calorimètre :

Première opération. — $AsO^8Mg^2H + AzH^3 = AsO^8Mg^2AzH^4$, avec........ $11^{Cal},44$
Seconde opération. — $AsO^8Mg^2H + AzH^3 = AsO^8Mg^2AzH^4$, avec........ $11,19$

» Le sel formé est nettement cristallisé et l'opération est terminée en six minutes.

» Si l'on calcule les chaleurs de formation totale, on a :

Première opération. — $26^{Cal},50 + 11^{Cal},44 = 37^{Cal},94$
Seconde opération. — $26,16 + 11,19 = 37,35$
Moyenne.......... $37,645$

» C'est à peu près le nombre que nous avons obtenu par double décomposition. Nous parlerons de ces autres déterminations dans un prochain travail. »

CHIMIE. — *Sur les phénomènes qui se produisent pendant le chauffage et le refroidissement de l'acier fondu.* Note de M. **Osmond**, présentée par M. Troost.

« Dans une précédente Communication (séance du 26 octobre 1886), j'ai eu l'honneur d'entretenir l'Académie des phénomènes qui se produisent pendant le chauffage et le refroidissement de l'acier fondu, entre la température ordinaire et 800°. J'ai poussé cette étude jusqu'à 1200° sur les mêmes échantillons et obtenu quelques résultats qui complètent les premiers.

» *Fer fondu contenant* 0,16 *pour* 100 *de carbone.* — Au-dessous de 800°, je n'avais rencontré, pendant le refroidissement de ce métal, qu'une faible perturbation vers 749°. Dans les conditions de mes expériences, la modification moléculaire du fer se produit, pour la plus grande part, à une température plus élevée.

» Le refroidissement du fer fondu présente au total trois ralentissements :

» 1° Entre 863° et 820°, maximum entre 845° et 839°, la vitesse du refroidissement variant, suivant les essais, de $0^s,5$ à 1^s pour un abaissement de 1°;

» 2° Entre 775° et 736°, maximum entre 763° et 749°, la vitesse du refroidissement variant de $0^s,7$ à $1^s,5$ pour un abaissement de 1°;

» 3° Entre 693° et 669°.

» Ce dernier, qui était douteux dans mes précédents essais, a pu être mis en évidence par l'emploi d'un chronographe enregistreur pour noter les temps; il correspond, par sa position, à la récalescence des aciers durs, c'est-à-dire au passage du carbone de l'état de dissolution à l'état de combinaison.

» Les deux premiers ralentissements représentent le retour du fer de la forme β, stable aux températures élevées, à la forme usuelle α; on voit que ce retour est en partie retardé par la présence d'une quantité même très minime de carbone.

» On peut calculer approximativement la quantité de chaleur dégagée par la modification allotropique du fer, en admettant que la perte de chaleur soit proportionnelle au temps pour une durée peu étendue. On trouve, en prenant 0,22 pour la chaleur spécifique du fer dans cette région, que le premier ralentissement correspond à un dégagement de $3^{cal},8$ et le second à un dégagement de $1^{cal},3$, en tout $5^{cal},1$ par gramme de fer, chiffre voisin de celui qui a été antérieurement donné par M. Pionchon ($5^{cal},3$).

» Au réchauffage, le thermomètre montant de 1° par $0^s,7$, les perturbations 2 et 3 se réunissent en une seule.

» *Aciers contenant* 0,57 *et* 1,25 *pour* 100 *de carbone*. — Le refroidissement à partir de 1100° ou 1200° n'a présenté aucun accident *nouveau* qui puisse se distinguer sûrement des erreurs d'expérience; mais les résultats relatifs au fer fondu montrent mieux comment les phénomènes se modifient quand la teneur en carbone augmente.

Dans l'acier contenant 0,57 pour 100 de carbone, les perturbations (863°-820°) et (775°-736) du fer fondu se sont confondues et abaissées à 736°-690°, tout en restant distinctes de la récalescence.

» Dans l'acier contenant 1,25 pour 100 de carbone, la température de modification du fer est encore abaissée et se confond avec la récalescence à 704°.

» Ainsi, pendant le refroidissement, le carbone *dissous* retarde d'autant plus et d'autant plus complètement la modification du fer qu'il est présent en plus forte proportion [1].

» *Influence du milieu gazeux*. — J'ai recherché quelle influence pourrait

---

[1] Les températures en degrés centigrades, qui ont été données dans cette Note et dans celle du 26 octobre 1886, ont été calculées par la formule de Tait

$$E = A(T_1 - T_0) + B(T_1^2 - T_0^2),$$

avoir l'hydrogène dont l'occlusion à froid communique au fer pur, comme l'a prouvé M. Cailletet, la force coercitive.

» Pour l'acier à 0,16 pour 100 de carbone, on obtient dans l'hydrogène les mêmes perturbations que dans l'azote et leur importance relative est la même. Le premier ralentissement s'est produit à une température un peu plus élevée, mais l'écart est de l'ordre de ceux qui sont attribuables à la vitesse du refroidissement.

» Pour l'acier à 1,25 pour 100 de carbone, l'hydrogène, dans un refroidissement à partir de 800°, a atténué assez fortement la récalescence; il est vraisemblable que ce gaz, dont M. Forquignon a démontré l'affinité pour le carbone des aciers, diminue la proportion du carbone qui reste libre de se combiner au fer. Cependant un autre refroidissement à partir de 1100° n'a donné aucune anomalie.

» Le refroidissement du fer fondu dans les gaz de combustion n'a pas présenté non plus de particularités notables. »

CHIMIE. — *De l'influence du silicium sur l'état du carbone dans les fontes.* Note de M. **Ferdinand Gautier**, présentée par M. Troost.

« La *fonte*, par sa grande fusibilité, son aptitude à prendre les empreintes avec tous les détails des moules, sa grande résistance à l'écrasement, etc., est une matière précieuse pour la *fonderie*. Mais cette industrie n'utilise guère que la *fonte grise*, c'est-à-dire celle où une partie seulement du carbone est combinée ou dissoute, l'autre étant à l'état de graphite.

» On savait bien transformer, plus ou moins complètement, la fonte grise en fonte blanche par la *trempe* ou coulée dans un moule métallique qui refroidit rapidement le métal et fait passer le graphite à l'état de carbone dissous ou combiné; mais le problème inverse, c'est-à-dire la transformation industrielle de la fonte blanche en fonte grise par un traitement spécial, une fusion au cubilot, par exemple, n'était pas une opération courante de la fonderie. Cependant cette transformation était d'une haute im-

qui donne la force électromotrice E d'un couple thermo-électrique en fonction des températures absolues T_0 et T_1 des soudures.

Les points fixes choisis ont été

La volatilisation du chlorhydrate d'ammoniaque.	340°
La solidification du sulfate de potasse..........	1015°

portance, attendu que, par les refontes successives, le chauffage ou l'oxydation prolongés, les fontes grises tendent à blanchir, et l'on sait que les fontes blanches, par leur défaut de fluidité, leur dureté et leur fragilité, sont impropres au moulage.

» MM. Stead et Ch. Wood, de Middlesbrough (Angleterre), essayèrent au cubilot de fondre de la fonte blanche du Cleveland A avec des proportions croissantes de fonte très siliceuse B. En employant moitié fonte blanche et moitié fonte très siliceuse, ils obtinrent de la *fonte grise* C, à grain très serré, très fluide et très résistante.

	A. Fonte blanche.	B. Fonte siliceuse.	C. Fonte grise.
Carbone combiné....	3,65	0,10	0,14
Graphite............	0,00	3,15	3,64
Silicium	0,70	4,48	2,71
Manganèse	0,30	0,72	0,35
Phosphore	1,35	1,97	1,53
Soufre..............	0,09	0,01	0,08

» Frappé de l'importance de ces résultats, qui n'avaient été accueillis qu'avec beaucoup d'incrédulité par les métallurgistes anglais, je fis renouveler ces expériences en France.

» Je fis ajouter à des mélanges de fontes qui, coulés en sable, donnaient des moulages blancs ou teintés, du *ferrosilicium* ou fonte extra-siliceuse ayant la composition suivante :

Carbone combiné	0,59
Graphite..............................	1,12
Silicium	9,80
Manganèse............................	1,95
Phosphore	0,21
Soufre................................	0,04

» La proportion de cet alliage a varié, suivant la nature des fontes employées, de manière que le mélange renfermât au moins 2 *pour* 100 *de silicium*.

» Les résultats obtenus au cubilot furent absolument concluants : la fonte était devenue complètement grise, à grain serré, douce à l'outil, très fluide et tout à fait propre au moulage ; on pouvait donc considérer comme pratiquement réussie la transformation au cubilot de la fonte blanche en fonte grise. Actuellement, sur les indications que je leur ai fournies, plus ou moins directement, la plupart des fondeurs français emploient avec avantage le *ferrosilicium* pour passer dans leurs mélanges des débris de

fontes blanches, et la consommation des fontes d'Écosse, qui répondaient imparfaitement à ce programme, tend à disparaître, pour faire place aux fontes nationales additionnées du nouvel alliage.

» Cette transformation en graphite du carbone dissous ou combiné peut s'expliquer de la manière suivante : on sait que, dans les fontes blanches où le manganèse et le chrome ne sont pas en quantité importante, le maximum de carbone ne dépasse pas 4 pour 100, ce qui correspond au carbure Fe^5C. C'est donc la limite de solubilité du carbone dans le fer. Si nous considérons, au contraire, les alliages de fer et de silicium, nous voyons que l'on a pu réaliser une teneur en silicium dépassant 30 pour 100. Il en résulte que, si à de la fonte blanche nous ajoutons du silicium, celui-ci, comme on le sait, va se combiner au fer avec production de chaleur et diminuer la solubilité du carbone. L'excès de carbone va rester libre et se précipiter à l'état de graphite. La fonte, de blanche qu'elle était, va devenir grise.

» Pour que cette explication soit valable, il faut démontrer qu'inversement, si à de la fonte grise on soustrait du silicium, celle-ci sera blanche, car le carbone restera dissous dans le fer.

» Dans une opération Bessemer, où l'on traite de la fonte grise siliceuse, si l'on arrête le vent quand la moitié du silicium a été éliminée, ce qui s'obtient, comme on sait, sans que la teneur en carbone ait sensiblement diminué, la fonte est complètement blanche.

» Dans le mazéage, qui avait pour résultat d'éliminer la majeure partie du silicium en conservant les $\frac{9}{10}$ du carbone, on obtenait de la fonte blanche.

» *Influence du manganèse.* — Lorsqu'il y a du manganèse en présence, en quantité notable, cette précipitation du carbone à l'état de graphite, par l'addition du silicium, ne réussit plus avec la même netteté. Le manganèse, ayant de la tendance à former avec le carbone un composé de la forme Mn^3C, maintient, malgré l'action du silicium, une partie du carbone à l'état de dissolution dans la fonte. Les fontes d'Écosse, des premières marques, renferment *près de deux pour cent de manganèse pour deux et demi de silicium*, ce qui est suffisant pour masquer l'influence isolante du silicium.

» On en conclut que le *ferrosilicium* le plus convenable pour la fonderie est celui qui renferme le moins de manganèse, et que les fontes d'Écosse, tant qu'elles conserveront leur teneur en manganèse, seront avantageuse-

ment remplacées, pour les fondeurs, par le quart de leur poids de *ferro-silicium* à dix pour cent.

» De plus, comme le montrent des expériences nombreuses, la *fonte grise artificielle*, obtenue par précipitation du carbone dissous des fontes blanches, présente, à cause de sa plus grande homogénéité, une résistance au choc et à la flexion supérieure à ce que donne la *fonte grise naturelle*, où le graphite est plus ou moins irrégulièrement réparti. »

CHIMIE. — *Sur l'eau de combinaison des aluns*. Note de M. **E.-J. Maumené**. (Extrait.)

« Lorsque j'ai fait connaître la véritable composition de l'alun alumino-potassique (composition conforme à l'indication de ma Théorie générale, dont j'ai donné d'autres preuves importantes), présentant $28^{éq}$,73 d'eau, et non 24, comme on l'affirmait partout, il m'a paru nécessaire de chercher si le mode de dessiccation ordinaire, abandon du sel sous une cloche à côté d'une masse un peu grande d'acide sulfurique concentré, vers $+15°$, conduisait à l'hydrate de la formule reçue, 24HO.

» Une expérience, poursuivie depuis le 6 juin jusqu'au 21 novembre dernier, c'est-à-dire pendant cent soixante-sept jours, montre que la perte d'eau, dans une atmosphère séchée par un acide sulfurique de composition *peu éloignée* de la formule SO^3, HO, ne correspond, par des états tant soit peu stationnaires, à aucune formule précise pour l'hydrate 24HO ou même des hydrates voisins.

» La déshydratation, devenue d'une extrême lenteur depuis la fin de septembre, a réduit l'alun presque à 3,5HO sur 28,73 qu'il contenait d'abord. Il n'y a donc aucune apparence d'un état fixe, dans des limites très étendues.

» Ma Théorie générale conduit, pour les aluns les mieux connus, aux formules

Alun d'alumine et potasse	28,73 HO
» » et ammoniaque	26,39 »
» de fer et potasse	31,89 »
» » et ammoniaque	29,61 »
» de chrome et potasse	31,49 »
» » et ammoniaque	29,15 »

» Il semble que des différences aussi grandes, avec 24HO, soient des

preuves de l'inexactitude des calculs basés sur ma Théorie : je compte montrer, par des expériences précises, qu'il n'en est rien. En tout cas, l'alun de potasse, le type des aluns, ne contient pas 24HO : c'est ce que je viens de montrer; il en est de même pour les autres. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de neutralisation des acides méconique et mellique*. Note de MM. **H. Gal** et **E. Werner**, présentée par M. Cahours.

« Les acides polybasiques, que nous avons eu l'occasion d'examiner dans nos précédentes recherches, nous ont donné, pour la chaleur de neutralisation de chacune de leur basicité, un nombre se rapprochant de 13,5 ou de 12,5, suivant qu'ils étaient ou n'étaient pas hydroxylés. Dans ces corps les groupements acides se trouvaient fixés sur des carbones différents; nous avons voulu rechercher les résultats que nous fourniraient des acides polybasiques dans lesquels les groupes CO^2H sont attachés au même atome de carbone, d'après les théories admises.

» Voici les résultats fournis par l'acide méconique et par l'acide mellique :

» *Acide méconique :* $C^7H^4O^7$ (200^{gr}).

$$\begin{array}{l} \quad\;\; CO^2H \\ C\!\!\lt\!\!\!-CO^2H \\ |\quad\; CO^2H \\ =C \\ \;\;| \\ =C \\ \;\;| \\ =C(OH) \end{array}$$

Chaleur de neutralisation :

$C^7H^4O^7, 3H^2O\,(32^{lit}) + 1^{er}\,\frac{Na^2O}{2}\,(4^{lit})$	$+14{,}074$ (Cal)	} vers 22°	
$+2^e\,\frac{Na^2O}{2}$	$+13{,}611$	} 36,054	
$+3^e\,\frac{Na^2O}{2}$	$+8{,}369$	}	
$+4^e\,\frac{Na^2O}{2}$	$+1{,}328$		
	S $+37{,}382$		

» *Acide mellique :* $C^6(CO^2H)^6 = 342^{gr}$.

Chaleur de neutralisation :

$C^6(CO^2H)^6(16^{lit}) + 1^{er}\ \frac{Na^2O}{2}$	....	$+15^{Cal},040$	vers 20° 45,850
$+ 2^e\ \frac{Na^2O}{2}$	....	$+15,516$	
$+ 3^e\ \frac{Na^2O}{2}$	....	$+15,294$	
$+ 4^e\ \frac{Na^2O}{2}$	....	$+13,713$	38,384
$+ 5^e\ \frac{Na^2O}{2}$	....	$+12,793$	
$+ 6^e\ \frac{Na^2O}{2}$	....	$+11,678$	
		S + 84,034	

» Ces nombres donnent lieu à des remarques importantes :

» 1° Les nombres fournis par l'acide méconique sont plus faibles que les correspondants de l'acide mellique. On pouvait prévoir ce résultat, le premier de ces corps étant un acide-alcool.

» 2° La chaleur dégagée dans la neutralisation diminue à mesure que celle-ci s'avance. En premier lieu, on observe des nombres correspondant aux acides les plus énergiques, puis aux acides-alcools et enfin aux acides faibles.

» 3° Les chiffres obtenus pour l'acide mellique permettent de prévoir ces faits bien connus :

» *a.* Le mellate neutre de soude étant évaporé avec un excès d'acide chlorhydrique perd une partie de base et donne un sel acide.

» *b.* Ce même sel se produit lorsque l'on chauffe un chlorure alcalin avec l'acide mellique.

» 4° Ces nombres portent naturellement la pensée sur les acides minéraux polybasiques dans lesquels les différents hydroxyles sont fixés sur le même radical et qui donnent des résultats thermiques semblables : tels sont les acides sulfurique, chromique, phosphorique, etc.

» 5° Les nombres obtenus avec l'acide mellique donnent à réfléchir : on aurait pu croire, en effet, à cause de la symétrie admise pour la position des six groupes CO^2H dans l'acide mellique, que le remplacement de chaque atome d'hydrogène devait donner le même dégagement de chaleur. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Contribution à l'étude des fruits fossiles de la flore éocène de la France occidentale*. Note de M. **Louis Crié**, présentée par M. Chatin.

« De récentes recherches ont mis entre nos mains une remarquable série de fruits et de graines qui accroissent le nombre des espèces de la flore éocène de la France occidentale. Les localités de Saint-Aubin, de Saint-Pavace et de Fyé (Sarthe) méritent surtout d'être citées pour la variété des fruits qu'elles renferment. Ces organes, enfouis au fond du lac tertiaire cénomanien, après avoir flotté, sont parfois d'une admirable conservation; des infiltrations siliceuses ou ferrugineuses les ont pénétrés en consolidant les détails de leur structure. J'ai déjà signalé dans les grès de la Sarthe et de Maine-et-Loire l'existence des *Morinda Brongniarti* Crié (*Steinhauera subglobosa*), *Apeibopsis Decaisneana* Crié, *Carpolithes Duchartrei, Saportana* et de plusieurs autres types qui ont été décrits et figurés dans mon Mémoire sur la végétation éocène de l'ouest de la France (1). La présence fréquemment répétée du *Morinda Brongniarti* et du *Carpolithes Saportana* fait voir, en ces plantes, deux des formes les plus caractéristiques de notre flore tertiaire. Les tentatives de Unger et celles, plus récentes, de Gardner (2) pour rattacher le *Morinda Brongniarti* (*Steinhauera subglobosa*) à l'*Araucarites Sternbergi* Goepp., sont dénuées de tout fondement. Avant nous, M. Brongniart (3) et M. le marquis de Saporta ont insisté avec beaucoup de justesse sur ce point, savoir : que le *Steinhauera* représente certainement un syncarpe de Dicotylédones angiospermes dont l'organisation paraît très voisine de celle des *Morinda* de la famille des Rubiacées.

» Le *Carpolithes celastroïdes* est un nouveau fruit, formé de cinq feuilles carpellaires et à déhiscence loculicide, qui dénote l'existence, dans nos grès, de végétaux analogues aux *Celastrus*, bien qu'il soit difficile de déterminer la véritable place de ces organes, qui ressemblent aux fruits de plusieurs plantes appartenant à des familles très diverses.

» Le *Carpolithes cupanoïdes* est basé sur une assez nombreuse réunion

---

(1) Louis Crié, *L'ouest de la France à l'époque tertiaire;* Paris, 1878.

(2) John Starkie Gardner, *A monograph of the british eocene flora Gymnospermæ;* London, 1883.

(3) Ad. Brongniart, *Tableau des genres des végétaux fossiles;* Paris, 1849.

d'empreintes de grès de Fyé que nous rapportons toutes au même type spécifique. Ce qui ajoute à l'intérêt de ces fossiles, c'est la présence fréquemment répétée de leurs valves et de leurs graines qu'on trouve assez souvent comprises, avec des capsules tout à fait entières, dans des fragments de grès de 3^{dmq} ou 4^{dmq}.

» Le *Carpolithes cupanoïdes* dénote une capsule formée de trois feuilles carpellaires et à déhiscence loculicide. Par la forme et la disposition des valves, ces fruits concordent assez bien avec ceux des *Cupanoïdes* Bowerb. ou *Amomocarpum* Brgn, qui ont été observés dans les couches du London-Clay (¹). Il est naturel de rapporter certains fruits des grès de Maine-et-Loire aux Légumineuses; mais il est bien moins aisé de les attribuer à l'un des genres de cette nombreuse famille. Cependant l'incurvation, le mode d'échancrure et la nervation de ces gousses offrent des caractères analogues à ceux que nous retrouvons chez les *Hippocrepis*. J'ai désigné ce nouveau fossile sous le nom de *Leguminosites andegavensis*. L'abondance de ces fruits, dont les empreintes, de formes variées, dénotent plusieurs types de physionomie tropicale, est un des traits les plus saillants de la végétation éocène de la France occidentale. Mais j'ai dû en négliger un assez grand nombre, qui ne présentent avec les fruits de la flore actuelle que des analogies très faibles et difficilement perceptibles. »

NOSOLOGIE VÉGÉTALE. — *Les maladies de l'Olivier, et la tuberculose en particulier.* Note de M. L. Savastano, présentée par M. Duchartre.

« Sous le nom de *maladie de la Loupe* (*Rogna* des Italiens), on confond différentes affections qui peuvent, ce me semble, être distinguées en deux catégories. L'une est déterminée par une bactérie particulière, l'autre résulte d'hyperplasies simples ou complexes et de tumeurs spéciales. Je me bornerai ici à la première catégorie.

» Les tubercules qui caractérisent la maladie se forment habituellement dans les rameaux de la tige, âgés de un à près de quinze ans, si l'écorce est encore lisse et non fendillée. Ils sont ordinairement isolés ; mais quelquefois aussi ils prennent la forme miliaire. Ils sont plus rares dans les racines et encore plus dans les feuilles et dans les fruits (sarcocarpe et endocarpe).

(¹) Bowerbank, *A history of the fossil fruits of the London-Clay;* London, 1840.

Jusqu'à présent, je n'en ai pas trouvé sur les fleurs, mais je crois qu'ils peuvent y exister.

» La formation d'un tubercule a lieu de la manière suivante. Ordinairement, tout près de la zone cambiale, et plus fréquemment dans la partie libérienne du faisceau, il commence à se former un foyer de bactéries. A l'œil nu, on voit là comme une très petite tache transparente; sous un grossissement de 1000 diamètres, on découvre la colonie déjà formée. En même temps se prononce autour de cette colonie une hyperplasie des éléments plus ou moins profondément dégénérés. La colonie s'accroît, et alors la tache prend une couleur foncée. L'hyperplasie augmente, le tubercule grossit et il arrive un moment où il crève sa partie corticale et se fendille. Une fois formé, un tubercule ne s'arrête pas : il s'accroît plus ou moins chaque année et il atteint quelquefois $0^{m},01$ à $0^{m},02$ de diamètre. Le tubercule prend naissance au printemps; pendant le fort de l'été, la formation hyperplasique s'arrête, mais la colonie de bactéries gagne notablement. Puis, pendant la reprise automnale de la végétation, l'hyperplasie reprend. Dans les fruits, il n'y a pas une vraie formation hyperplasique.

» J'ai fait des expériences à propos des faits traumatiques, tels que blessures, décortications, taille forte, etc., pendant les années 1884-1885. Je suis arrivé aux conclusions suivantes : 1° les faits traumatiques en général ne déterminent la formation des tubercules que dans les plantes prédisposées; 2° dans ces plantes, un fait traumatique ne cause pas toujours une formation de tubercules; 3° une taille trop rigoureuse détermine dans les mêmes plantes la formation de plusieurs nouveaux tubercules et l'accroissement des vieux; 4° la formation des tubercules est en raison de la vigueur de la plante.

» De nombreuses études, faites dans les différentes régions de l'Italie, m'ont prouvé que les causes de la maladie peuvent être ou *occasionnelles* ou *constitutionnelles*. Les premières ne déterminent ou n'aggravent le mal que sur des plantes prédisposées ou déjà affectées; les secondes peuvent causer directement ce mal.

» Les causes occasionnelles peuvent se diviser en trois groupes :

» I. *Causes externes.* — 1° Fertilité du sol; 2° irrigations excessives; 3° engrais abondants; 4° labours au sol. — Toutes ces causes augmentent et même exagèrent la fertilité du sol et, comme conséquence, déterminent un état pléthorique de la plante, qui aggrave le mal ou le fait se développer lorsque la plante en était à peine atteinte.

» II. *Causes météorologiques.* — 1° Grêle; 2° gelée; 3° brouillard; 4° pluie. — La grêle agit comme un fait traumatique; la gelée, parce qu'elle détruit le tissu et cause

une abondante accumulation de matériaux élaborés dans les parties blessées et, par conséquent, la formation de tubercules; le brouillard n'a pas une action bien connue; la pluie ne fait qu'avancerla destruction du tubercule.

» III. *Causes traumatiques.* — 1° Blessures; 2° coupe; 3° décortication; 4° incisions; 5° taille rigoureuse; 6° greffe; 7° cueillette. — Les quatre premières provoquent une accumulation de sève élaborée; la taille rigoureuse détruit l'équilibre physiologique et produit un afflux des principes élaborés supérieure à la consommation et, par conséquent, un état pléthorique; la greffe agit de même et quelquefois inocnle directement le mal; enfin, la cueillette, lorsqu'elle est faite avec des bâtons, produit de nombreux faits traumatiques.

» La seconde catégorie comprend les causes constitutionnelles, qui sont : 1° la *nature de la plante;* 2° l'*hérédité;* 3° l'*infection.* Pour la première, c'est une observation positive que, même dans les localités les plus atteintes, les variétés sont inégalement malades. En général, les meilleures variétés, c'est-à-dire les plus productives et les plus délicates, sont le plus attaquées : ce fait trouve sa raison en Nosologie végétale dans les rapports entre la plante et les maladies. L'hérédité contribue fortement, dans l'Olivier, à propager le mal, parce que, dans cette plante, la multiplication est presque toujours artificielle, et que, dès lors, la plante fille d'une mère malade, ou est déjà malade, ou est prédisposée à le devenir.

» L'infection est certainement la plus importante des causes du mal. Dès l'année dernière, j'ai pu constater la présence d'une bactérie particulière que j'appellerai la *Bactérie de la tuberculose de l'Olivier.* Je doute que cette bactérie soit celle de la tuberculose de la Vigne indiquée par M. Andrade Corvo. Tout récemment, M. Arcangeli a annoncé la présence de cet organisme dans cette maladie et l'a nommé *Bacterium Oleæ;* mais il doute que ce soit là la cause du mal.

» Les faits que j'ai pu constater quant à la biologie de cette bactérie sont les suivants : 1° on la trouve en colonie lorsque le tubercule n'est encore qu'une simple petite tache à peine visible; 2° les centaines de tubercules que j'ai étudiés, même à l'état initial, présentaient cet organisme; 3° lorsqu'il se produit un bourrelet de cicatrisation, si dans celui-ci se forme une colonie de bactéries, il se produit un tubercule qui suit sa formation régulière; 4° dans les localités où cette maladie est répandue (Barese et Terra d'Otranto), toutes les variétés en sont attaquées, même celles qui résistent dans des localités moins affectées; 5° le mal commence par un centre et de là s'étend ensuite, fait constaté en Toscane au siècle passé par Targioni-Tozzetti, et tout récemment dans le Perugino.

» Les expériences de culture de la bactérie m'ont donné les résultats suivants : cultivée sur la Pomme de terre, elle forme des chaînettes et chaque individu est plus gros que d'ordinaire. Dans la gélatine, elle se développe en zooglée, qui bientôt se défait; dans les cultures successives on n'a plus de zooglées. Dans l'huile d'olive elle ne se développe pas. Son

optimum de température se trouve entre 32° et 38°. Cette circonstance me semble expliquer pourquoi l'infection est plus violente dans la région méridionale; pourquoi la colonie préfère, dans la plante, la tige aux racines; et aussi pourquoi chaque colonie préfère la partie libérienne dans les faisceaux.

» Enfin j'ai entrepris, ce printemps, des expériences d'inoculation. J'ai expérimenté sur des plantes, les unes saines, les autres attaquées, et pour celles-ci sur des rameaux sains. J'ai fait deux séries d'expériences, au printemps et à l'automne. L'inoculation de la bactérie dans la plante est difficile, parce que, lorsqu'on détache l'écorce, elle se dessèche presque toujours. Les résultats du printemps ont été jusqu'à présent plus décisifs. Dans les plantes saines on a obtenu des tubercules peu apparents; on trouvait dans le bourrelet de cicatrisation des foyers de bactéries, mais autour de ceux-ci l'hyperplasie caractéristique était peu marquée. Cela tient, à mon avis, à ce que ces plantes présentent toujours des bourrelets fort minces. Sur les rameaux sains des pieds affectés, les résultats ont été plus positifs : toujours il s'est formé de gros tubercules. Mais j'ajoute que, dans les essais de comparaison, j'ai obtenu également quelquefois la production de tubercules, seulement bien plus petits. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le rayon vert*. Extrait d'une Lettre de M. DE MAUBEUGE à M. Mascart.

« .... Permettez-moi de vous communiquer trois observations qui me semblent intéressantes pour la Science. Elles ont trait à ce phénomène particulier qu'on appelle *rayon vert*, coloration émeraude qu'on observe une seconde ou une demi-seconde de temps, au moment où le disque du Soleil disparaît derrière l'horizon et à cet instant où l'on n'aperçoit plus qu'un très petit segment de sa surface.

» Tous les touristes qui fréquentent l'Égypte et la mer Rouge ont été témoins de ce phénomène et prétendent, les uns que le phénomène est subjectif, les autres qn'il est réellement objectif.

» Sans assigner de causes à l'effet en question, j'ai l'honneur de vous faire connaître :

» 1° Que, dans la mer Rouge, plusieurs fois et notamment en octobre dernier, j'ai assisté, moi et mon second, au *lever* du Soleil à l'horizon de la mer, et que la première impression sur nos deux rétines a été d'un beau vert émeraude.

» 2° Le lendemain, assistant tous deux au lever du Soleil derrière des montagnes élevées de 1° à 2° au-dessus de l'horizon, la même impression lumineuse franchement verte a encore frappé nos yeux.

» Ces deux observations tendent à prouver que le rayon vert est bien un phénomène objectif.

» 3° Je ne puis citer le nombre de fois que j'ai observé et fait observer ce même phénomène au *coucher* du Soleil et encore derrière des montagnes.

» Dans ces trois cas, il n'y avait pas le moindre nuage entre l'astre et nous; l'air était pur, mais humide.

» Je n'ai jamais observé de rayon vert ni à la Lune, ni à Vénus, ni à aucune étoile, quoique j'aie souvent, sous les tropiques, vu ces astres émerger de l'horizon... »

GÉOGRAPHIE. — *Le canal indo-européen et la navigation de l'Euphrate et du Tigre*. Note de M. **Émile Eude**, présentée par M. Janssen.

« On l'a dit, le canal de Suez est une œuvre si puissante que les éloges qu'on en fait ou qu'on en fera resteront toujours en dessous de la réalité : les services qu'il rend sont immenses, et l'exploitation n'est encore qu'à son début. Telle était l'utilité, la nécessité de ce travail admirable, que dès aujourd'hui la voie semble trop étroite, et, par suite du développement si rapide des relations commerciales, on peut prévoir qu'on sera conduit, dans un avenir plus ou moins éloigné de nous, à créer une seconde voie, non pas la concurrente, mais l'auxiliaire et l'alliée de la voie actuelle.

» C'est alors qu'on reprendra l'ancien chemin qui mettait en communication l'Asie et l'Europe. Le golfe Persique, la vallée du Tigre et de l'Euphrate, la Syrie antiochienne, tel était, dans l'antiquité, depuis des temps immémoriaux, le vaste courant des affaires, jusqu'au jour où la fondation et l'immense développement d'Alexandrie d'Égypte le fit dévier, puis disparaître. Dès lors, le trafic et les grands intérêts humains ont pris route par l'isthme d'Égypte, puis ensuite par le cap de Bonne-Espérance; et la vallée de l'Euphrate fut délaissée.

» Le mouvement d'oscillation est une loi des choses humaines : la civilisation revient sur elle-même. Suez, qui remplace Alexandrie, aura besoin quelque jour d'une voie parallèle pour déverser son trop-plein, et c'est alors, nous le répétons, qu'on reprendra l'ancien « chemin des nations ».

Pénétré de cette pensée, nous avons dressé l'avant-projet d'un canal, que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie. Nul n'ignore que plusieurs études de chemins de fer ont été faites pour la région mésopotamique; mais, à notre avis, la solution n'est pas là : pendant la moitié de l'année, les chemins de fer seraient impraticables à cause de la chaleur, tout le monde le reconnaît. D'ailleurs, vouloir résoudre le problème de la communication indo-européenne par les déserts de la Syrie sans résoudre simultanément celui de la transformation agricole du pays, c'est, croyons-nous, une chimère.

» La solution serait, selon nous, dans un canal à double fin, canal d'irrigation en même temps que de navigation maritime et fluviale. La vie renaîtrait dans ces contrées, jadis les plus riches du monde, qui sont frappées de stérilité parce qu'elles manquent d'eau. La solution, ce serait de créer un fleuve puissant de Souéïdieh (l'ancienne *Seleucia Pieria*) au golfe Persique : en faisant couler l'Euphrate de Bélès à la Méditerranée par le sud d'Alep et par Antioche, puis en approfondissant la « Grande Rivière », de Bélès à Féloudjah (près de l'ancienne Babylone); en passant de l'Euphrate dans le Tigre par le canal de Saklavijah remis en état; enfin en descendant le Tigre de Bagdad à Kornah, puis le Chot-el-Arab par Bassora, jusqu'à Fao sur le golfe.

» Les avantages industriels d'une telle voie seraient grands, au triple point de vue du transit, du commerce local, qui n'est pas négligeable, et de l'exploitation des terres; cette dernière partie du *rapport probable* serait fort importante, et nous ferons remarquer que la question agricole est ici d'un intérêt considérable.

» La voie nouvelle raccourcirait de six jours moyennement (aller et retour) le voyage de Bombay. D'après l'avant-projet, le canal, de Souéïdieh à Bélès, se développerait sur une longueur totale de 277^{km}. Dans notre pensée actuelle, qui pourrait bien se modifier plus tard, il serait sans écluses, et par suite à plafond incliné, présentant une pente kilométrique de $0^m,38635$, c'est-à-dire une pente comparable à celle de la Loire en aval d'Orléans. Dans ces conditions, la tranchée atteindrait une grande hauteur (près de 100^m) sur 6^{km} à 7^{km} de longueur, au Goli-Dagh, barrière orientale de la vallée de l'Oronte. A Souéïdieh, embouchure du fleuve Oronte, « la véritable *entrée* de la Syrie », seraient le port d'accès, avec ses deux jetées, et des docks ou bassins destinés aux vaisseaux de tous les tonnages. Le profil transversal du canal répond au type classique de Suez. Des bassins pour les tonnages moyens seraient creusés à Bélès, au coude de l'Euphrate,

comme à Fao sur le golfe Persique. A la station de Féloudjah, port d'embarquement de combustible, seraient de grands bassins semblables à ceux de Bélès. Comme coupe géologique, les roches rencontrées sont le grès, les marnes grossières, le calcaire de diverses natures (craie, spilite), la brèche tendre, le gypse (gypse laminaire, gypse cristallin), etc. L'Euphrate, le vieux canal de Saklavijah (Nahr-Isah), le Tigre, le Chot-el-Arab seraient approfondis à la drague. Sur toute la longueur du parcours, il ne se présente que deux difficultés réelles, — ce sont les bancs rocailleux d'Abou-Saïd et de Kerbéleh, — qui ne résisteraient pas, du reste, aux engins modernes.

» Suivant nos évaluations, faites sur des bases prises dans le pays, le total probable des travaux s'élèverait à plus d'un milliard de francs; nous estimons que le capital maximum applicable à l'entreprise atteindrait la somme de quinze cents millions.

» On comprendra que, seul, sans aide d'aucune sorte, nous n'ayons pas pu faire une étude définitive. Mais nous tenions à signaler les avantages, pour l'avenir, de la voie indiquée ci-dessus. Nous serons satisfait si l'Académie veut bien accepter l'hommage respectueux de notre travail et de nos efforts. »

M. **Alf. Basin** adresse une Note sur un nouvel appareil de maltage.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 décembre 1886.

Annuaire statistique de la France; neuvième année, 1886, publié par le Ministère du Commerce et de l'Industrie. Paris, Imprimerie nationale, 1886; in-8°.

Appendice sur les formules atomiques des principaux corps simples et composés; par MM. Léon Lalanne *et* G. Lemoine. Sans lieu ni date. Br. in-8°, (Présenté par M. Friedel.)

Morphologie des éléments sexuels et sur la nature de la sexualité; par le Dr Armand Sabatier. Montpellier, Camille Coulet, 1886; in-4°. (Présenté par M. Alph. Milne-Edwards.)

L'hypnotisme et les états analogues, au point de vue médico-légal; par le Dr Gilles de la Tourette. Paris, E. Plon, Nourrit et Cie, 1887; in-8°. (Présenté par M. Charcot.)

Bulletin de la Société industrielle de Reims, 1886, t. XIII; n° 66. Reims, Masson-Gérard, 1886; in-8°.

La Faune dévonienne du centre et du nord-ouest de la Russie d'Europe; par P.-N. Venukoff. 1886; in-8°, avec planches. (Présenté par M. Daubrée.)

Materialien zur Mineralogie Russlands; von Nikolaï v. Kokscharow. Saint-Pétersbourg, 1886; in-8°.

Sul Toarsiano dogger e Malm dei dintorni di Taormina del prof. G. Seguenza. *Osservazioni di* Luigi-F. Schopen, II. Palermo, Lao, 1886; in-8°.

Atti della Reale Accademia dei Lincei; anno CCLXXXIII, 1885-1886, serie quarta. *Rendiconti pubblicati per cura dei Segretari;* vol. II, fasc. 8, 2e semestre. Roma, 1886; in-8°.

Sull' equilibrio molecolare. Memoria di Silvio Canevazzi. Bologna, Gamberini e Parmeggiani, 1878; in-4°.

Sulla teoria delle Travature : Monografia; per Silvio Canevazzi. Bologna, Gamberini e Parmeggiani, 1886; in-4°.

Hourly Readings, 1884, *published by the authority of the meteorological Council;* Part I, January to March. London, J.-D. Potter, 1886; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 DÉCEMBRE 1886,

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *La glycose, le glycogène, la glycogénie, en rapport avec la production de la chaleur et du travail mécanique dans l'économie animale. — Troisième et dernière étude : ébauche d'une détermination absolue de la proportion dans laquelle la combustion de la glycose concourt à ces phénomènes. Rôle du foie. Conclusions;* par M. A. Chauveau. (En collaboration de M. Kaufmann.)

« Nous avons suffisamment démontré que des rapports étroits unissent la glycogénie à la production de la chaleur et du travail mécanique. Cette démonstration a été empruntée à des comparaisons entre les organes qui produisent beaucoup de chaleur et de travail et ceux qui en produisent peu, ainsi qu'à d'autres comparaisons entre l'état de repos et l'état de fonctionnement physiologique de ces deux catégories d'organes. En somme, dans ces comparaisons, ce ne sont que des activités *relatives* qui ont été déterminées, en faisant la somme de l'oxygène absorbé et de l'acide carbonique produit, dans les combustions, pour compenser empiriquement les erreurs possibles provenant du fait de l'asymétrie, si bien étudiée par Pet-

tenkoffer et Voigt, entre l'absorption d'oxygène et l'excrétion d'acide carbonique.

» Il est désirable que ces mesures *relatives* se transforment en déterminations *absolues*. Celles-ci sont, du reste, nécessaires pour apprécier, avec une approximation suffisante, la part prise à la calorification par les combustibles autres que la glycose. Nous avons l'intention de demander ces déterminations à des expériences nouvelles, qui ont besoin d'être et que nous chercherons à rendre encore plus rigoureuses que celles du présent travail, et qui porteront, non seulement sur la glycose, mais encore sur les graisses et les matières azotées. Mais déjà on peut, avec les analyses de ce travail, arriver à des données assez satisfaisantes. C'est ce que nous allons prouver tout à l'heure. Pour y aider, il nous faut donner quelques explications préalables.

» Quand on étudie la distribution topographique de la glycose et du glycogène, dans l'économie animale, chez les sujets en état d'abstinence, on remarque que la glycose existe dans toutes les humeurs nutritives, sang, lymphe. Les tissus, sauf celui du foie, n'en renferment jamais; et encore, en ce qui concerne le foie, est-il possible de soutenir que, pendant la vie, la glycose qui s'y forme ne s'y accumule pas, entraînée qu'elle est, d'une manière incessante, par le torrent sanguin? Pour le glycogène, c'est l'inverse; on n'en trouve point dans le sang; il n'existe que dans les tissus hépatique et musculaire.

» On connaît l'origine et le rôle du glycogène du foie. D'où vient et à quoi sert celui du muscle? Depuis la découverte du glycogène musculaire (A. Sanson, 1857), les physiologistes s'en sont beaucoup occupés. Parmi les faits intéressants qu'ils ont constatés, il faut citer celui-ci : la tétanisation plus ou moins prolongée fait perdre du glycogène aux muscles (Nasse, 1869; Weiss, 1871, etc.). Nous avons observé, de notre côté, que le travail physiologique, pendant le fonctionnement normal et naturel des muscles, agit de la même manière que le travail artificiel provoqué par l'excitation électrique des nerfs moteurs. Ainsi, en analysant deux fragments musculaires, enlevés chez le même animal, l'un au masséter gauche, en repos depuis longtemps, l'autre au masséter droit, après une demi-heure de mastication, nous avons trouvé :

	Glycogène pour 1000^{gr} de muscle.
Dans le muscle au repos	^{gr} 1,774
Dans le muscle mis en action	1,396

» Une autre expérience, faite sur un cheval très amaigri, et dans laquelle la mastication n'a été prolongée que pendant un quart d'heure, a donné les résultats suivants :

	Glycose pour 1000gr de muscle.
Muscle au repos	0gr,484
Muscle en action	0,314

» D'un autre côté, on a démontré (Ranke, Nasse) que la tétanisation prolongée, en diminuant le glycogène dans le tissu musculaire, y fait apparaître des quantités appréciables de glycose.

» Enfin il est nécessaire de rappeler cet autre fait, que, chez les animaux soumis à une abstinence prolongée, les muscles conservent leur aptitude à produire du travail assez longtemps après que le glycogène a complètement disparu de leur substance (Luchsinger).

» Pour édifier une théorie générale du mode d'utilisation de la glycose enlevée au sang dans les capillaires, il faut tenir compte des faits qui viennent d'être rappelés. On arrive à une systématisation satisfaisante, en admettant que la glycose qui disparaît des capillaires en sort, avec l'oxygène, pour être transformée plus ou moins directement en eau et acide carbonique, au sein des tissus, et cela dans tous les organes, les muscles compris. Seulement, il y a, pour ces derniers organes, un acte supplémentaire. Comme ce sont les principaux agents de la calorification, comme cette fonction générale tient entièrement et directement sous sa dépendance la fonction spéciale qui leur est dévolue, l'exercice de cette double action est garanti par la provision de glycogène que contiennent les muscles. Ils sont mis ainsi à l'abri des disettes ou insuffisances possibles de combustible, c'est-à-dire de glycose, dans les moments où le travail doit devenir plus pressant et plus actif. Cette provision de glycogène, comparable à la provision d'électricité des accumulateurs, est faite pendant le repos musculaire : une partie seulement de la glycose qui disparaît alors dans les capillaires est consacrée aux combustions; l'autre, en se déshydratant, se transforme en glycogène musculaire, c'est-à-dire en combustible de réserve. Mais, pendant le travail, celui-ci s'hydrate de nouveau et redevient glycose pour être brûlé sous cette forme en même temps que la glycose issue directement du sang.

» Ces considérations permettent d'entreprendre maintenant, à l'aide des analyses de la deuxième étude (*Comptes rendus*, p. 1061), les calculs qui

nous fourniront une première ébauche de la statique de la calorification au sein des tissus.

» A l'*état de repos* du masséter, 1000^{cc} de sang, traversant le muscle dans un temps donné, perdent 115^{mgr} de glycose contenant $41^{mgr},8$ de carbone, que nous supposerons complètement brûlés et transformés en acide carbonique. Cette combustion de carbone exige $111^{mgr},48$ d'oxygène. Or il en disparaît du sang 145^{mgr}. Il reste donc disponibles pour les autres combustions environ 34^{mgr} d'oxygène. Mais ce chiffre de 34^{mgr} doit être relevé, car tout le sucre qui disparaît du sang, pendant la période de repos musculaire, n'est pas employé de suite aux combustions : il y en a une partie qui se fixe sur le tissu musculaire sous forme de glycogène.

» D'un autre côté, à l'*état d'activité, dans le même temps*, le muscle masséter est traversé par 3000^{cc} de sang qui perdent 388^{mgr} de glycose contenant 141^{mgr} de carbone, que nous supposerons, comme ci-dessus, complètement brûlés et transformés directement en acide carbonique. Cette combustion de carbone exige $376^{mgr},23$ d'oxygène. Or il en disparaît du sang 577^{mgr}. Il en resterait donc, pour les autres combustions, environ 200^{mgr}. Mais ce reste considérable doit être notablement réduit, parce que la glycose disparue du sang, pendant l'état d'activité du muscle, ne représente pas toute la matière sucrée qui est brûlée. Il faut y ajouter celle qui provient directement du glycogène du muscle. Nous n'en connaissons pas la proportion exacte par rapport à la glycose fournie par le sang; mais les chiffres signalés pour la perte du glycogène subie par le muscle, à la suite de sa mise en activité, prouvent que cette proportion est assez élevée.

» Si donc on considère ce qui reste d'oxygène non absorbé par les combustions glycosiques, on voit qu'il faut majorer celui de l'état de repos, abaisser au contraire celui de l'état d'activité, en sorte que l'écart qui existe entre les deux restes tend à diminuer singulièrement. D'où cette conséquence que l'oxygène employé aux combustions organiques est surtout pris par le carbone de la glycose, aussi bien pendant l'état d'activité des organes que pendant l'état de repos, et que celles de ces combustions qui sont alimentées par des matières autres que la glycose n'éprouvent, au moment du travail, qu'une médiocre suractivité.

» Il est à peine besoin de faire remarquer que ces résultats acquièrent une valeur pratique considérable, si on les rapproche du résultat des études relatives à l'influence du travail sur la formation de l'urée (Pettenkofer et Voigt, surtout Fick et Wislicenus). Le même intérêt s'attache au rapprochement qu'on peut faire avec les études dont M. Boussingault a été

le glorieux initiateur, sur les quantités respectives de substances azotées et de substances hydrocarbonées qui doivent entrer dans l'alimentation des animaux herbivores. L'intérêt devient encore plus grand quand, parmi ces derniers travaux, on considère plus particulièrement les recherches sur l'alimentation dans ses rapports avec la production du travail (Travaux de la station de Hohenheim, sous la direction de Wolf, ..., O. Kellener. Travaux de Müntz, de Grandeau et Leclerc).

» Un dernier enseignement reste à signaler. Il se dégage de nos études autre chose que la démonstration du rôle considérable rempli dans la production de la chaleur et du travail par cette glycose sanguine, qui se détruit incessamment au sein des capillaires de la circulation générale. Pour aller jusqu'au bout des conséquences de ces études, il faut admettre qu'aucune impulsion nouvelle donnée à la calorification, partant aucun travail mécanique, ne peut avoir lieu dans l'économie animale sans la participation, lointaine il est vrai, de la glande hépatique. C'est là peut-être le plus intéressant des points de vue sous lesquels on doit envisager la grande découverte de Cl. Bernard. Le foie est le collaborateur indirect des muscles dans l'exécution des mouvements : voilà une conséquence que l'on ne peut éviter, si vraiment il est paré à la destruction incessante de la glycose, source de l'énergie musculaire, par la réparation non moins incessante qui a son origine dans le foie et dont l'étude des animaux soumis à l'inanition démontre si bien l'existence.

» Le fait est réel : *la glande hépatique se met à fonctionner plus activement, en tant qu'organe glycogène, chaque fois qu'il se produit du travail quelque part dans l'économie*. Pour que cette influence soit démontrée, il suffit que, chez les animaux en état d'abstinence, le sang ne s'appauvrisse pas sensiblement en glycose, pendant l'exercice des mouvements qui entraînent la dépense d'un surcroît d'énergie, par conséquent, d'une plus grande quantité de glycose. Or non seulement cet appauvrissement ne se produit pas, mais il arrive le plus souvent qu'on observe le phénomène inverse lorsque le travail est localisé, comme c'est le cas pour la mastication.

» Que l'on consulte, en effet, dans la précédente étude, les Tableaux relatifs à la disparition du sucre pendant les combustions organiques; ils sont au nombre de trois; tous montrent que la glycose est plus abondante dans le sang artériel pendant l'état d'activité des organes masticateurs (dix minutes après le début du repas) que pendant l'état de repos.

» Cl. Bernard avait déjà signalé une surexcitation de la fonction glyco-

génique du foie pendant la digestion. Mais il s'agit d'une surexcitation liée à l'exercice même de cette dernière fonction, à la présence des matériaux alimentaires que l'absorption intestinale introduit dans le système de la veine-porte. Dans notre cas, c'est tout autre chose. Le groupe d'organes, sur lequel ont porté nos expériences et dont la mise en travail enrichit le sang en sucre, appartient, il est vrai, à l'appareil digestif; mais cet enrichissement, constaté dix minutes après le début du repas, survient bien avant toute intervention possible de la cause signalée ci-dessus. C'est l'effet même, la conséquence directe du travail accompli dans les organes masticateurs.

» Si la dépense d'énergie s'accroît considérablement, comme dans la course ou tout autre exercice violent et prolongé mettant en action presque tous les muscles de l'économie animale, la quantité de glycose diminue le plus souvent dans le sang, mais jamais en proportion de la dépense qui en est faite dans les capillaires.

» Qu'arrive-t-il quand cette intervention permanente du foie n'est plus en état de s'exercer? On le devine bien. *Tant que le foie fournit de la glycose au sang en suffisante quantité, l'animal continue à produire la quantité de chaleur necessaire au travail des organes et à l'entretien de la température du corps. Que la fonction glycogénique se ralentisse, que la glycose disparaisse du sang des vaisseaux, et alors, les combustions organiques devenant rapidement languissantes, la mort arrive par arrêt de la calorification.* A elle seule, cette importante constatation aurait dû suffire à fixer l'opinion sur le rôle considérable de la glycose dans les actes calorifiques.

» C'est chez les animaux soumis à l'inanition que le fait se manifeste de la manière la plus éclatante et la plus significative, au moment où le corps épuisé ne peut plus fournir au foie les matériaux qui alimentent sa fabrique de glycogène et de sucre. Il y a trente ans que j'ai signalé ce fait, dans le Mémoire déjà cité, publié par le *Moniteur des hôpitaux*, après avoir été lu devant l'Académie de Médecine, dans la séance du 30 septembre 1856. Voici en quels termes j'ai résumé les résultats de mes expériences sur cet important sujet, expériences qui ont porté sur un grand nombre d'animaux, des chevaux particulièrement.

» Chez les animaux privés absolument d'aliments, recevant de l'eau pure pour toute boisson, le sucre existe dans les fluides nourriciers tant que la température ne baisse pas sensiblement; et il existe en quantité à peu près égale, depuis le premier jusqu'au dernier jour de l'expérience (*voir* les chiffres pour le sang artériel et le sang veineux, dans les *Comptes rendus*, t. XLII, p. 1008; 1856). Aussitôt que survient le re-

froidissement signalé par Chossat, aux approches de la mort, le sucre disparaît du sang, comme de la lymphe. Si les animaux meurent sans se refroidir, ce qui arrive parfois accidentellement, la glycose se retrouve encore dans ces deux fluides.

» Cette relation remarquable entre la présence du sucre dans les humeurs nutritives et la température des animaux est un fait extrêmement important, dont je ne veux pas développer maintenant les conséquences. Elle ne manque jamais et est entièrement indépendante du temps que l'animal met à mourir.

» Aujourd'hui, il n'y a pas à hésiter sur l'adoption des conséquences de cette démonstration : ce sont précisément celles que le présent travail a pour but de développer.

» Nous arrêtons là nos études. Pour les débarrasser de toute complication, nous les avons établies sur des expériences dans lesquelles, les animaux étant soumis au jeûne, il n'y a eu à tenir aucun compte de l'alimentation.

» Dans ces conditions simples, on voit le foie fournir constamment de la glycose au sang (Cl. Bernard). Cette glycose, incessamment cédée aux organes dans les capillaires de la circulation générale (A. Chauveau), constitue le principal aliment des combustions organiques, sources de la chaleur animale et du travail musculaire, car cet aliment prend au sang la majeure partie de l'oxygène absorbé dans les capillaires; de plus, toutes les conditions qui modifient les combustions modifient dans le même sens la quantité de glycose consommée par les organes (A. Chauveau et Kaufmann).

» La production de la chaleur et du travail mécanique est si bien liée, dans l'économie animale, à la fonction glycogénique et à la combustion de la glycose, que le foie verse cette substance plus abondamment dans le sang quand un ou plusieurs appareils d'organes fonctionnent activement (A. Chauveau et Kaufmann).

» A l'inverse, quand, à la limite extrême de l'abstinence prolongée, le foie ne reçoit plus, de l'économie épuisée, les matériaux nécessaires à l'exercice de la fonction glycogénique, le sucre disparaît complètement de la masse du sang, d'où arrêt des combustions, refroidissement, mort (A. Chauveau).

» Voilà les faits fondamentaux qui forment les conclusions définitives de notre travail. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre pour la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de feu M. *Henri-Milne Edwards*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 53,

M. Sappey obtient	. . . .	33 suffrages
M. Ranvier »	. . . .	10 »
M. Dareste »	. . . .	8 »

Il y a deux bulletins blancs.

M. **Sappey**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES LUS.

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur une épidémie de fièvre typhoïde qui a régné à Pierrefonds en août et septembre* 1886. Note de M. **P. Brouardel**.

(Renvoi à la Section de Médecine.)

« Les études poursuivies depuis quelques années ont mis en évidence le rôle de l'eau dans la transmission des maladies infectieuses (choléra, fièvre typhoïde). Notre enquête sur l'épidémie récente de Pierrefonds nous a permis de préciser quelques-unes des particularités qui assurent ce mode de propagation; c'est sur ces particularités que nous désirons appeler l'attention de l'Académie. Voici le résumé des faits observés.

» Pendant les mois d'août et de septembre, 23 personnes de Paris ou de Versailles sont venues habiter, à Pierrefonds, trois maisons contiguës, sises rue du Bourg. Vingt d'entre elles eurent la fièvre typhoïde. Quatre, appartenant à la famille de l'un des membres les plus aimés de l'Université, succombèrent : trois jeunes filles de 15, 20 et 23 ans, et leur domestique âgée de 20 ans. Huit de celles qui ont guéri ont été gravement malades, huit plus légèrement; parmi celles-ci, quelques-unes ont été à peine touchées.

» Trois des membres de ces familles n'ont subi aucune atteinte. L'un, le

commandant P., n'a passé que vingt-quatre heures à Pierrefonds; les deux autres, le capitaine V. et sa belle-mère, ayant remarqué le mauvais goût de l'eau de la fontaine, n'en ont bu qu'un seul jour. Ils ont fait ensuite usage d'eau minérale.

» En juillet, pendant le mois précédent, la famille L., de Paris, composée d'une dame, de sa fille et de son gendre, avait habité une de ces maisons; le gendre avait dû quitter Pierrefonds le 22 juillet, atteint de fièvre typhoïde.

» Ce groupe de maisons n'était pas d'ailleurs frappé pour la première fois. Dans une note remise par le propriétaire de l'une d'elles, on voit que, de 1874 à 1883, cinq fois il a été visité par la fièvre typhoïde. Ce chiffre est d'ailleurs bien inférieur à la réalité. Les habitants de Pierrefonds ignorent si les étrangers quittent leur ville sains ou malades. Le maire de Pierrefonds n'a connu l'existence de l'épidémie actuelle que par une lettre d'un des médecins qui soignaient une des familles. Jusqu'alors, tout le monde l'ignorait.

» Personne ne s'est préoccupé de l'existence de ce foyer, qui révélait sa présence par des avertissements répétés, et pourtant, si quelqu'un avait eu souci des intérêts de l'hygiène, rien n'était plus facile que d'en découvrir la cause.

» Pour la mettre en évidence, il suffit de voir comment se fait l'alimentation en eau potable des maisons contaminées et quel est le mode d'évacuation des eaux souillées et des déjections humaines.

» La rue du Bourg, où se trouve le groupe des maisons qui ont été infectées, est située au nord et au pied de la colline dont se détache le promontoire sur lequel est bâti le château de Pierrefonds. Les eaux d'alimentation de ces maisons proviennent d'une nappe aquifère, coulant sur un banc d'argile plastique situé à la base de la colline. Ce banc se prolonge dans la vallée, passe au-dessous de la rue du Bourg et du ruisseau dit *ru de Berne* et forme plus loin la cuvette du lac de Pierrefonds.

» Ce banc d'argile est recouvert par une couche de sables nummulitiques, très perméable à l'eau, qui a de 2^m à 3^m d'épaisseur. C'est sur cette couche que sont bâties les maisons de la rue du Bourg.

» La nappe d'eau qui sort du pied de la montagne en formant des sources ne coule pas à ciel ouvert; elle traverse cette couche de sables pour se rendre, à 100^m du pied de la colline, dans le ruisseau de Berne.

» Cette nappe fournit de l'eau aux maisons de la rue du Bourg. Pour l'utiliser, il a suffi de creuser des trous en forme de puits. La surface de

l'eau est à $1^m,50$ environ au-dessous du niveau du sol, la profondeur n'atteint pas 3^m.

» Pendant son trajet de la colline au ruisseau, cette eau passe au-dessous des fosses d'aisances, ou longe leurs parois. Ces fosses ne sont pas étanches, elles sont construites en moellons, ne sont pas cimentées. L'une d'elles, commune à deux des maisons infectées, possédait un petit canal d'écoulement, partant de sa partie inférieure pour se rendre, à 50^m plus bas dans le ru de Berne. Elle n'avait pas été vidée depuis trente ans. Elle était presque remplie de matières dures, que l'on a dû enlever à la bêche.

» Les puits qui alimentent d'eau potable ces deux maisons sont distants de cette fosse, l'un de 9^m, l'autre de 20^m. Ils sont placés à $1^m,70$ au-dessous du niveau de cette fosse.

» On comprend que, dans ce terrain sableux, perméable comme une éponge, le voisinage des puits et des fosses assure un mélange permanent des matières excrémentielles avec l'eau servant à l'alimentation.

» Une coutume locale augmente encore le danger. On conduit directement dans ces fosses perméables l'eau qui tombe sur les toitures; en sorte que, lorsque survient une pluie un peu abondante, l'eau envahit les fosses, dilue les matières et les entraîne dans les couches de terrains périphériques. Là, cette eau souillée rencontre les puits et sert de nouveau à l'alimentation.

» M. Mascart a eu l'obligeance de m'envoyer copie des observations pluviométriques faites dans les stations du département de l'Oise pendant les mois d'août et de septembre derniers. On peut noter que, vingt jours après chacune des chutes d'eau un peu abondantes, inscrites à la station la plus voisine de Pierrefonds (Venette-Écluse, près Compiègne), un nouveau foyer de fièvre typhoïde a éclaté dans une de ces trois maisons.

» Pour démontrer que l'eau a été le véhicule de l'infection typhique, je ne m'arrêterai pas aux preuves tirées de l'observation des malades. Je désire fournir, du rôle infectieux de cette eau, une démonstration plus scientifique et plus précise.

» Dans la maison la plus gravement atteinte, la maladie avait éclaté du 25 au 30 septembre. Je suis allé recueillir de l'eau dans les diverses fontaines de Pierrefonds, le 18 octobre, le 29 octobre et le 21 novembre.

» J'ai prié M. le D[r] Chantemesse, Directeur du laboratoire de Bactériologie à la Faculté de Médecine, de soumettre ces diverses eaux à l'examen microbiologique. Dans l'eau de la maison où il y a eu quatre morts de fièvre typhoïde, et où la fontaine est située à 20^m et en contre-bas de la

fosse la plus voisine, MM. Chantemesse et Widal ont trouvé les bacilles considérés comme pathogènes de la fièvre typhoïde par Eberth, Gaffky, Artaud, Cornil et Babès. Le 13 octobre, il y avait environ 25 000 bacilles par litre d'eau. Le 29 octobre, il y en avait un beaucoup moins grand nombre. L'eau recueillie le 21 novembre n'en contenait plus aucun.

» L'eau du ruisseau de Berne, dans lequel s'écoule l'eau de la fontaine précédente à travers la couche de sable et pendant un trajet de 40^m, contenait également quelques bacilles, le 29 octobre.

» Dans l'eau d'aucun des autres puits de Pierrefonds, on n'a pu découvrir de ces micro-organismes.

» L'eau de la maison où avait éclaté le dernier foyer de fièvre typhoïde contenait donc des bacilles considérés comme germes de la fièvre typhoïde, un mois encore après l'explosion de la maladie.

» MM. Chantemesse et Widal ont voulu arriver à une démonstration plus précise. Le caractère spécifique de ces bacilles était contesté. En effet, nous ne connaissons pas d'espèce animale capable de contracter la fièvre typhoïde; par suite, la preuve tirée de la transmission par inoculation fait défaut. Ces messieurs ont alors pratiqué, avec un trocart stérilisé, une piqûre dans la rate de malades atteints de fièvre typhoïde, au dixième jour de la maladie. Ces ponctions, disons-le, ont été indolores et absolument inoffensives.

» Traitées comme les eaux de Pierrefonds, les gouttes de sang ainsi obtenues ont donné des colonies dont le développement, les caractères morphologiques et biologiques, le mode de culture, la sporulation et la coloration se sont montrés identiques aux colonies isolées dans l'eau de Pierrefonds.

» La valeur spécifique de ces bacilles semble donc hors de toute contestation, et nous pouvons conclure que nous avons trouvé dans l'eau d'un des puits de Pierrefonds la preuve figurée de sa nocuité.

» Je voudrais appeler l'attention de l'Académie sur un autre point. J'ai fait analyser chimiquement par M. Gabriel Pouchet, professeur agrégé de la Faculté de Médecine, les eaux des différents puits de Pierrefonds. L'eau de la maison la plus gravement atteinte est de beaucoup la moins chargée de matières organiques (8^{mgr} à 9^{mgr} par litre). On pourrait la classer, si l'on s'en tenait à l'analyse chimique seule, parmi les bonnes eaux potables.

» Or le puits qui a fourni cette eau est à 20^m de la fosse la plus voisine. Les matières organiques mortes, provenant de cette fosse, ont donc été

détruites en presque totalité pendant ce trajet, mais il n'en a pas été de même des micro-organismes de la fièvre typhoïde.

» C'est là une constatation dont on conçoit l'importance, au moment où l'on discute la question de l'épuration, par le sol, des eaux d'égout chargées de matières excrémentielles. Elle montre que le sol détruit les matières organiques mortes qu'on lui confie, pourvu qu'elles tombent dans un milieu alcalin où elles subissent la nitrification; mais il n'en est pas de même pour les germes de la fièvre typhoïde. Ceux-ci résistent longtemps dans la terre : ils ont vécu pendant plus d'un mois dans l'eau d'un des puits de Pierrefonds.

» Ajoutons, en terminant, que rien ne serait plus facile que d'alimenter Pierrefonds d'une eau potable, mise à l'abri de toute souillure, et pouvant monter jusqu'au sommet de la plus haute maison. Dans une de mes visites, M. Jacquot, inspecteur général des Mines, a bien voulu m'accompagner, et nous avons constaté, dans la colline occidentale qui confine à Pierrefonds, la présence de trois nappes aquifères, déterminées par l'intercalation, au milieu des sables nummulitiques, d'autant de petites couches argileuses. Nous avons vu à 1^{km} de la ville deux sources abondantes, situées à plus de 20^{m} d'altitude au-dessus de la ville, débitant 135^{lit} à 150^{lit} d'eau à la minute.

» Lorsque la municipalité aura fait capter et distribuer ces sources, ou d'autres analogues, les cruels événements qui ont donné naissance à cette enquête ne pourront plus se reproduire. »

BOTANIQUE. — *Sur la formation de Bilobites à l'époque actuelle.* Note de **Ed. Bureau**.

« Pour éclaircir l'histoire des organismes fossiles problématiques rangés encore par beaucoup d'auteurs dans la classe des Algues, M. Nathorst s'est livré à des expériences bien connues sur des animaux marins. Il m'a semblé utile d'examiner dans le même but les pistes de toute nature qu'on peut voir sur les grèves de l'Ouest, dans les localités où la mer se retire beaucoup. Je me suis livré en Bretagne à des observations de ce genre pendant les mois d'août de 1885 et de 1886, et j'ai recueilli des moulages d'empreintes dues à des animaux et rentrant parfaitement dans des formes qui, parmi les fossiles des terrains secondaires et même des terrains primaires, ont été décrites et figurées comme appartenant au règne végétal.

» J'ai l'honneur de soumettre aujourd'hui à l'Académie le plus inattendu

de ces faits : la formation actuelle de Bilobites sur nos plages armoricaines.

» A la fin du mois d'août dernier, je profitais d'une grande marée pour rechercher à mer basse, sur le fond de la baie de Bourgneuf, le prolongement des grès à végétaux fossiles de Noirmoutier, lorsque, en face du village de la Bernerie, mon frère, qui m'accompagnait dans cette excursion, appela tout à coup mon attention sur les pistes étranges dont le sol était couvert. Nous venions de quitter le sable solide, et nous étions entrés dans une vase sableuse où nous enfoncions presque jusqu'à mi-jambe. La surface de cette vase n'était pas plane; elle présentait des traces de flots formant des ondulations. Un peu partout, mais plus particulièrement dans les parties concaves de ces ondulations, se voyaient des empreintes formées chacune de deux larges sillons accolés. Ces traces se dirigeaient dans tous les sens et s'entrecoupaient. L'aspect était si frappant qu'un même cri nous échappa : des Bilobites! Il fallait, avant tout, conserver ces empreintes pour les étudier à loisir. Je revins, quelques jours après, muni d'un sac de plâtre et d'un peu d'eau douce, et je pris les moulages dont quelques-uns sont sous les yeux de l'Académie. Ces moulages offrent des Bilobites bien caractérisés et qu'il n'est nullement difficile de classer parmi les formes connues. Ils n'ont que de $0^m,02$ à $0^m,04$ de long sur $0^m,010$ à $0^m,015$ de large; par conséquent ils sont courts et rentrent dans le type *Rysophycus*. Leur surface est lisse, et ils ne peuvent jamais se présenter qu'en demi-relief. En les rapprochant des espèces qui offrent ces caractères, on voit qu'ils ressemblent beaucoup au *Cruziana Rouaulti* Lebesconte, qui en diffère seulement par un peu plus de saillie et par la présence de deux petits bords relevés; or, parmi les espèces lisses, le *C. Rouaulti* est précisément celle qui ressemble le plus aux Bilobites striés : la connaissance de la cause qui a produit les empreintes bilobées de la Bernerie peut donc jeter quelque jour sur la nature de ces derniers.

» Je constatai d'abord que, dans la région, il n'y a pas d'Algue qui puisse donner lieu à de pareilles empreintes. La seule algue abondante sur les rochers des environs est le *Fucus vesiculosus,* dont la forme n'a aucun rapport avec ces traces. J'avais donc bien affaire à une piste, et même à la piste d'un animal très commun, à en juger par l'abondance des traces qu'il avait laissées. De plus, ce devait être un animal nageur, qui avait touché le sol en passant, et non fouisseur, car les pistes commençaient et finissaient brusquement, n'étaient jamais rameuses et n'aboutissaient jamais à un trou.

» Passant en revue la faune assez bien connue de la baie, j'arrivai à me convaincre que les pistes en question ne pouvaient être produites que par

deux Crustacés décapodes macroures de la famille des Salicoques : le Boucaud (*Crangon vulgaris* Fabricius) et la Crevette (*Palæmon serratus* Leach).

» M. Nathorst a obtenu, dans ses expériences, plusieurs sortes de pistes du *Crangon*. Celle qu'il décrit comme ayant été tracée par le sujet lorsqu'il laissa traîner sa queue paraît bien concorder avec les pistes bilobées de la Bernerie, et il est fort possible, en effet, que le *Crangon* en ait produit une partie. Chez cet animal, les appendices formant les pièces latérales de la nageoire caudale sont assez étroits, et, s'il est pour quelque chose dans les empreintes dont il s'agit, je serais tenté de lui attribuer celles dont les lobes ont un relief un peu anguleux; mais la largeur de plusieurs des pistes est bien grande, même pour de forts *Crangon*, tandis qu'elle n'a rien d'extraordinaire pour la Crevette, qui parvient à une taille de beaucoup supérieure. En outre, cette dernière espèce recherche particulièrement les fonds vaseux, comme celui qui porte les pistes bilobées, et cette influence de la nature du fond sur l'abondance de ce Crustacé est bien connue des pêcheurs du pays. C'est donc à la Crevette plutôt qu'au *Crangon* que je suis disposé à rapporter la majeure partie au moins des pistes en question.

» Obligé de quitter le bord de la mer avant d'avoir vérifié ce point, j'ai pu, grâce à l'obligeance de M. Geoffroy Saint-Hilaire, instituer au Jardin d'acclimatation quelques expériences avec des Crevettes vivantes. J'ai obtenu, en aquarium, des pistes bien concordantes avec celles de la Bernerie : elles étaient seulement plus longues, et cela tient sans doute à ce que je ne pouvais reproduire ni le mouvement de l'eau, ni la configuration exacte du fond de la mer.

» Ces expériences m'ont permis de constater que certains Bilobites plus saillants et brusquement coudés, que l'on voit sur quelques-uns des moulages pris sur la grève, sont produits par des coups de queue.

» Un détail qui mérite d'être noté, c'est que les Bilobites de la Bernerie s'entrecoupent exactement comme les Bilobites siluriens, c'est-à-dire d'une manière nette, sans qu'il y ait rien de confus ni de dérangé au point de contact.

» L'explication de ce fait ne me paraît pas bien difficile; si les pistes se faisaient sur un sol émergé, la vase refoulée ou projetée par le passage d'un animal pourrait altérer les pistes déjà formées. Mais, dans les cas tels que celui de la Crevette, c'est sous l'eau que les pistes se forment, et la vase soulevée par les pattes ou la queue du Crustacé est immédiatement divisée et tenue en suspension dans le liquide. De plus, ce liquide est en mouvement : l'eau se dirige vers la côte à la marée montante, vers le large à la

marée descendante, et, sur les grèves plates, elle peut parcourir 1^{km} et plus en quelques heures. La vase en suspension est donc immédiatement entraînée au loin, et il est par conséquent impossible qu'elle détruise ou trouble, en se déposant, les pistes voisines.

» Les mêmes phénomènes de marée ont dû se produire sur les plages presque horizontales des époques géologiques anciennes. L'absence de toute confusion dans les points où se croisent les Bilobites ne peut donc plus être invoquée comme une preuve que ce seraient des Algues. L'observation directe montre, au contraire, que la netteté des croisements est une raison sérieuse pour considérer ces fossiles comme des empreintes physiologiques dues à des animaux marins. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Sur les moyens de réduire les accroissements momentanés de vitesse, dans les machines munies de régulateurs à action indirecte.* Mémoire de MM. **A. Bérard** et **H. Léauté**, présenté par M. Sarrau. (Extrait par les auteurs.)

(Commissaires : MM. Phillips, M. Lévy, Marcel Deprez, Sarrau.)

« Le problème de la régularisation du mouvement dans les machines a préoccupé de tout temps les ingénieurs et les mécaniciens; il acquiert chaque jour un intérêt nouveau, car les travaux à exécuter deviennent plus compliqués, les mécanismes qu'emploie l'Industrie se perfectionnent et le besoin s'accroît ainsi de régler la marche des machines avec plus d'exactitude et de soin.

» Cette question prend une importance capitale dans la fabrication de la poudre; lorsqu'il s'agit d'explosifs, en effet, un accroissement de vitesse de la machine, même faible, même de peu de durée, peut amener un accident grave. Et, parmi les appareils de régulation imaginés en si grand nombre, il en est fort peu d'applicables à cette industrie, soit que leur fonctionnement même laisse à désirer, soit qu'ils ne remplissent pas les conditions spéciales qu'exige la manipulation d'un explosif.

» Le but de ce Mémoire est de combler cette lacune et de déterminer les conditions d'établissement des mécanismes qui, tout en donnant la régularité de mouvement que l'on doit exiger dans la fabrication de la

poudre, s'opposent aux accroissements de vitesse anormaux, si dangereux dans cette industrie.

» Bien qu'ayant pour objectif principal les usines à poudre, notre travail n'en est pas moins applicable à toutes les installations mécaniques.

» Les recherches que l'un de nous avait poursuivies sur la cause des oscillations à longues périodes ([1]) l'avaient conduit à étudier d'une manière approfondie les effets des changements brusques de régime sur le mouvement des machines et lui avaient indiqué comment on peut les calculer à l'avance et quels sont les moyens que l'on peut employer pour les atténuer.

» Nous appliquons ces résultats dont l'expérience a montré l'exactitude ([2]) et, adoptant un mode de calcul publié ici-même ([3]) sur l'invitation de l'Académie ([4]), nous rappelons tout d'abord, en les développant, les règles exactes qui doivent présider à l'établissement des régulateurs à action indirecte.

» Nous examinons ensuite quel effet utile on peut attendre de l'appareil ordinaire de régulation, tel qu'il est généralement établi par les constructeurs français; nous insistons sur la nécessité de se réserver des moyens de réglage et nous indiquons dans ce but comment l'on doit s'y prendre pour modifier à volonté les divers éléments dont dépend le fonctionnement, c'est-à-dire la vitesse moyenne de l'appareil à boules, son degré d'isochronisme et la vitesse relative du vannage.

» Cette discussion est éclairée par l'étude complète d'un exemple.

» L'étude ainsi faite des régulateurs ordinaires prouve l'insuffisance de ces appareils pour la fabrication de la poudre et montre qu'ils sont, en général, incapables de fournir la sécurité dont on a besoin.

» Ils tolèrent de trop grands accroissements de vitesse quand la résis-

---

([1]) H. Léauté, *Mémoire sur les oscillations à longues périodes dans les machines actionnées par des moteurs hydrauliques et sur les moyens de prévenir ces oscillations.* (Extrait des *Comptes rendus,* 19 janvier 1885. — *Journal de l'École Polytechnique,* LIVe Cahier; 1885).

([2]) A. Bérard, *Résultats d'expériences entreprises pour contrôler les conclusions du travail de M. Léauté relatif aux oscillations à longues périodes* (*Comptes rendus,* 11 mai 1885).

([3]) H. Léauté, *Calcul des régulateurs. — Marche rationnelle à suivre en pratique pour l'établissement d'un appareil de régulation à action indirecte* (*Comptes rendus,* 1er mars 1886).

([4]) Rapport de M. Phillips (*Comptes rendus,* 9 mars 1885).

tance diminue, ce qui, même au point de vue mécanique, présente de réels inconvénients.

» Il importe donc, pour adapter les appareils de régulation à ces conditions particulières, de les modifier de manière qu'ils s'opposent d'une façon plus énergique aux augmentations dangereuses dont il vient d'être question.

» Le seul moyen dont on dispose dans ce but, si l'on veut ne point trop s'écarter des types généralement admis, est de rendre la fermeture de la vanne plus rapide que l'ouverture. Mais il faut alors que la rapidité d'action du régulateur, qui a pour conséquence de faire dépasser de beaucoup à la vanne le point où elle rétablirait l'équilibre entre la puissance et la résistance, ne vienne pas déterminer des oscillations indéfinies.

» Le calcul montre que l'on peut donner à la vanne une vitesse de fermeture plus grande que dans les appareils ordinaires, à la condition de ralentir dans une mesure suffisante la vitesse d'ouverture. Nous déterminons les valeurs de ce rapport de vitesse dans les divers cas et nous calculons ces nouveaux appareils par une marche identique à celle qui s'applique aux appareils ordinaires.

» Dans les circonstances les plus fréquentes de la pratique, il suffit de rendre la vitesse de fermeture double de celle d'ouverture, ce qui se réalise très aisément à l'aide du double pignon d'angle employé pour les mouvements à retour rapide des machines-outils.

» Dans le cas, au contraire, où il faut donner à l'appareil toute l'énergie dont il est susceptible, il convient de rendre la vitesse de fermeture huit à dix fois plus grande que la vitesse d'ouverture ; on y arrive toujours facilement par un simple équipage de roues dentées.

» Des Tableaux numériques indiquent les résultats que fournissent dans chaque cas les divers appareils étudiés; ils donnent les vitesses extrêmes qu'atteindra la machine à la suite d'une perturbation quelconque, ainsi que la durée de la période de plus grand trouble.

» Cette durée a une réelle importance; car, lorsque la grandeur des perturbations ne permet pas de maintenir la vitesse dans les limites que l'on s'est fixé, elle indique en quelque sorte les chances d'accident auxquelles on est exposé.

» Des Planches fournissent les détails d'agencement des mécanismes, ainsi que les dispositifs de sûreté dont il est toujours indispensable de les munir et qui doivent être combinés de façon à assurer le renclenchement automatique de l'appareil quand son action a été momentanément sup-

primée. Ce dernier point ne saurait jamais être perdu de vue quand il s'agit d'usines à poudre, afin qu'on ne puisse compter sur l'effet du régulateur, alors qu'il est dans l'impossibilité de fonctionner. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une Thèse soutenue à la Faculté des Sciences de Paris, par M. *G. Bigourdan*, « Sur l'équation personnelle dans les mesures d'étoiles doubles ». (Présenté par M. Mouchez.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète* 1886 ... (*Finlay*), *faites à l'équatorial de* $0^m,38$ *de l'observatoire de Bordeaux par M.* **F. Courty**. (Présenté par M. Mouchez.)

Date. 1886.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log facteur parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log facteur parallaxe.	Étoiles de comp.
	h m s	h m s		° ′ ″		
Nov. 24...	6.15.19,7	20.39.14,51	$\bar{1}$,324	110.50.42,5	—0,895	*a*
Déc. 1...	6.14.17,6	21.14.19,73	$\bar{1}$,281	108. 5.16,4	—0,889	*b*
2...	6. 6.20,5	21.19.21,95	$\bar{1}$,238	107.39.11,2	—0,888	*c*
3...	5.53.39,8	21.24.24,72	$\bar{1}$,178	107.11.49,7	—0,885	*d*
5...	5.54.42,2	21.34.36,72	$\bar{1}$,178	106.16. 9,6	—0,884	*e*

Position moyenne des étoiles de comparaison pour **1886,0**.

Étoiles.		Ascension droite.	Réduction au jour.	Distance polaire.	Réduction au jour.
	°	h m s	s	° ′ ″	″
a....	Zone — 20, n° **6017**.	20.37.31,79	+1,74	110.48.28,3	+12,8
b....	» — 18, n° **5919**.	21.16.14,23	+1,80	108. 3.42,0	+13,7
c....	» — 17, n° **6270**.	21.20.26, 0	+1,81	107.45.34,6	+13,8
d....	» — 17, n° **6297**.	21.23.48,55	+1,81	107.11.46,7	+13,9
e....	» — 16, n° **5924**.	21.36.19,29	+1,84	106.16.38,0	+14,2

» Les positions des étoiles de comparaison ont été empruntées au Catalogue publié par M. Schœnfeld dans le huitième Volume des *Observations de Bonn* (Bonn, 1886).

» Le mauvais temps continu n'a pas permis un plus grand nombre d'observations de la comète. »

ASTRONOMIE. — *Démonstration pratique de l'existence de la nutation diurne.* Note de M. **Folie**, présentée par M. Faye.

« Il y a trois ans, j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie une théorie de la nutation diurne de l'axe du monde. J'y faisais voir que cette nutation, dont il n'y a pas lieu de tenir compte dans l'hypothèse d'une Terre entièrement solide, ainsi que l'ont affirmé Laplace, Poisson et Serret, pouvait devenir sensible si le globe était composé d'un noyau fluide et d'une croûte solide, et je donnais les formules propres à calculer la nutation diurne, tant en obliquité et longitude, qu'en ascension droite et déclinaison.

» Ces formules renferment deux constantes à déterminer au moyen des observations : la constante de la nutation diurne elle-même et la longitude, par rapport à un méridien initial, du plan que j'ai appelé le *premier méridien*. Ce plan est celui qui passe par l'axe du plus petit des trois moments d'inertie principaux de la croûte terrestre.

» On devait pouvoir déterminer ces deux constantes en appliquant mes formules aux observations, pourvu que celles-ci fussent bien précises; car la première de ces constantes est assez faible pour que les observations, même les plus délicates, n'aient jamais permis aux astronomes de soupçonner l'existence de la nutation diurne.

» Un premier essai a été fait par M. le D[r] de Ball, l'un de mes assistants à Liège. En appliquant mes formules aux observations dont W. Struve a déduit sa constante de l'aberration, le D[r] de Ball a trouvé, pour la constante de la nutation diurne, des valeurs comprises entre $0'',028$ et $0'',113$, et $20^\circ 15'$ pour la longitude occidentale du premier méridien rapportée à Poulkowa.

» Ce résultat venait corroborer ceux que j'avais déduits de la comparaison de différents Catalogues entre eux, et qui sont consignés dans le premier Mémoire que j'ai adressé à l'Institut.

» Il avait toutefois besoin d'être confirmé par des observations plus immédiates que celles de Struve, dans lesquelles la déclinaison de l'étoile est déduite des observations de passage par le premier vertical.

» Aussi ai-je prié M. Niesten, astronome à l'observatoire de Bruxelles, d'appliquer mes formules à des séries d'obsevations d'étoiles très voisines du pôle, lesquelles sont beaucoup plus propres à mettre la nutation diurne en évidence.

» La première étoile à laquelle M. Niesten a appliqué mes formules est celle qui a été observée à Kieff (Russie), sous le nom de *Polarissime*, et dont

la position moyenne au 1er janvier 1887 est $17^h 57^m 48^s$ et $89^\circ 56'$ environ.

» Vingt observations de cette étoile, faites du 21 mai au 18 juillet 1879, traitées par les moindres carrés, ont donné, pour le coefficient K de la nutation diurne et pour la longitude occidentale L du premier méridien par rapport à Paris,

$$K = 0'',199 \qquad \text{et} \qquad L = 51^\circ \text{W}.$$

» Les observations de λ Petite Ourse, faites en 1874 à Harvard College (Cambridge, Massachusetts), ont donné

$$K = 0'',21 \qquad \text{et} \qquad L = 24^\circ \text{W}.$$

» La position moyenne, corrigée de la nutation diurne, a été trouvée en ascension droite de $19^h 49^m 15^s,57$ (1875,0).

» De vingt-neuf de ces observations seulement, M. Niesten a déduit

$$K = 0'',187, \qquad L = 60^\circ 20' \text{W}.$$

» La concordance de ces déterminations entre elles, et même avec celle qui avait été faite auparavant par M. de Ball, m'a engagé à prier M. Niesten de réduire les positions individuelles données par Argelander dans ses zones (t. VI, p. 126), positions tellement discordantes entre elles que ce grand observateur n'a pas cru pouvoir en déduire le lieu moyen.

» Mes formules, appliquées à l'étoile 297, ont donné

$$K = 0'',22, \qquad L = 31^\circ \text{W}.$$

» Appliquées à l'étoile 117, elles ont donné

$$K = 0'',136, \qquad L = 64^\circ \text{W},$$

résultats bien frappants, vu surtout le petit nombre des observations d'où ils résultent.

» Je consigne ici, dans une première colonne, les positions moyennes données par Argelander, et dans une seconde colonne, ces positions corrigées de la nutation diurne.

	Æ. Arg. 297.	Æ corrigées.	Æ. Arg. 117.	Æ corrigées.
	h m s	s	h m s	s
	10.12.56,76	57,49	20.34.42,33	41,01
	57,43	39	42,75	19
	58,15	45	39,89	25
	58,05	51	39,97	— 11
	57,59	39	41,53	— 07
	57,41	37	41,31	+ 21
	56,65	51	40,53	+ 16
	58,20	52	20.34.40,28	— 07
	10.12.57,57	44	»	»
Moyenne..	57,51	44	41,07	07

» Encouragé par ce succès, j'ai fait corriger également de la nutation diurne les observations de Harvard College et de Poulkowa qui s'écartaient le plus de la moyenne. En voici les Tableaux, qui montrent encore combien les écarts sont diminués par cette correction.

λ *Ursæ minoris* (*Harvard College*).

		Époque 1875 Æ.	Æ corrigées.
		h m s	s
1874.	1er mars.........	19.49.18,76	17,28
	3 octobre.......	19.49.13,93	17,08
1875.	11 mars.........	19.49.19,22	17,48
	5 septembre.....	19.49.12,24	16,98

Poulkowa α Ursæ minoris.

		Époque 1865 Æ.	Æ corrigées.
		h m s	s
1862.	15 avril..........	1.9.40,78	38,71
	23 »	37,48	37,82
	16 mai..........	39,43	38,93
	31 »	40,07	38,83
1869.	2 avril..........	37,46	38,61
	5 »	39,34	38,24
	26 »	37,76	38,51
	1er juillet.........	37,39	38,06
	12 décembre......	39,29	38,27

» M. Niesten a fait usage également des observations de λ Petite Ourse faites à Bruxelles par E. Quetelet, et en a déduit

$$K = 0'',36, \qquad L = 66^\circ 20 \,\text{W}.$$

» L'écart moyen est trois à quatre fois plus faible dans les positions corrigées de la nutation diurne. Quant aux écarts individuels, ils sont souvent diminués dans une proportion beaucoup plus forte.

» Les observations dont il a été fait usage jusqu'à présent ne sont ni assez nombreuses, ni, pour quelques-unes, peut-être assez précises pour permettre d'en déduire un peu exactement la position du premier méridien; mais l'accord remarquable de tous les résultats précédents, déduits d'observations faites en des lieux de longitude et de latitude si diverses, et tout particulièrement la concordance bien meilleure des observations entre elles, lorsqu'on les corrige de la nutation diurne, sont certes assez grands pour permettre d'affirmer l'existence de cette nutation et d'en évaluer la constante à $0'',2$ environ.

» Il me reste à signaler les conséquences de cette découverte au point de vue astronomique et au point de vue géodésique. »

MÉCANIQUE. — *Sur certains problèmes d'isochronisme.* Note de M. G. FOURET.

« Dans une Communication précédente ([1]), j'ai indiqué la solution de deux problèmes dont l'énoncé incorrect doit être rectifié de la manière suivante, pour être d'accord avec les résultats que j'ai exposés :

» I. *Un point matériel soumis, dans un plan, à une force dérivant d'un potentiel déterminé part d'une origine* O, *avec une vitesse donnée. Trouver un système de courbes* (C) *passant par le point* O, *et homothétiques, qui soit tel que le mobile, en décrivant l'une de ces courbes, à partir du point* O, *atteigne un point quelconque du plan, dans le même temps qu'il mettrait à décrire la corde correspondante.*

» II. *Étant donné, dans un plan, un système de courbes* (C) *homothétiques, et passant en un même point* O, *centre commun d'homothétie de ces courbes, trouver une force dérivant d'un potentiel, sous l'action de laquelle un mobile, partant avec une vitesse donnée du point* O, *parcoure, à partir de ce point, un arc quelconque d'une quelconque des courbes* (C), *dans le même temps qu'il mettrait à décrire la corde correspondante.*

» Une nouvelle extension donnée aux considérations géométriques qui m'ont servi à résoudre ces deux problèmes permet de traiter d'une manière fort simple des questions du même genre, mais plus générales.

» Soit

$$r = \varpi(\theta, \alpha) \tag{1}$$

l'équation, en coordonnées polaires, d'un système de courbes (A) passant toutes par le pôle O, et dépendant d'un paramètre variable α. En s'appuyant sur le théorème de la force vive, on obtiendra, à l'aide d'une quadrature et d'une élimination, l'équation

$$r = \varphi(\theta, t) \tag{2}$$

de la courbe *synchrone* (S), lieu des positions occupées, au bout du temps t, par divers mobiles de même masse, partant ensemble du point O, avec la même vitesse v_0, et parcourant, sous l'action d'un potentiel déterminé, les

---

([1]) Page 1114 de ce Volume.

diverses courbes (A). On peut se proposer de *trouver un nouveau système de courbes* (B), *passant toutes en* O, *et telles qu'un mobile, partant de ce point avec la vitesse* v_0, *arrive dans le même temps en un point quelconque* M *du plan, sous l'action du potentiel considéré, qu'il décrive indifféremment la courbe du système* (A) *ou la courbe du système* (B) *qui passent en* M.

» Pour y parvenir, on s'appuiera sur la relation angulaire suivante, qui a lieu, en un même point M quelconque, entre les tangentes MT, MV, MU aux courbes (A), (B), (S) qui y passent,

$$\pi + \widehat{TMV} = 2\widehat{TMU}$$

ou bien

$$\pi + \widehat{OMT} + \widehat{OMV} = 2\widehat{OMU}. \tag{3}$$

De là on déduit

$$\frac{\tang\widehat{OMT} + \tang\widehat{OMV}}{1 - \tang\widehat{OMT}\tang\widehat{OMV}} = \frac{2\tang\widehat{OMU}}{1 - \tang^2\widehat{OMU}}. \tag{4}$$

Or on a

$$\tang\widehat{OMT} = \frac{\varpi(\theta, \alpha)}{\varpi'(\theta, \alpha)}, \qquad \tang\widehat{OMU} = \frac{\varphi(\theta, t)}{\varphi'(\theta, t)}.$$

» En substituant ces expressions dans la relation (4), en y faisant

$$\tang\widehat{OMV} = \frac{r\,d\theta}{dr},$$

et éliminant α et t entre l'équation ainsi obtenue et les équations (1) et (2), on formera une équation différentielle du premier ordre, qui sera celle du système des courbes (B) cherchées.

» La même relation géométrique donne la clef de la solution du problème inverse, consistant à *chercher le potentiel sous l'action duquel les courbes, appartenant respectivement à deux systèmes* (A) *et* (B), *jouissent, les unes par rapport aux autres, de la propriété d'isochronisme* définie plus haut. De la relation (4) on déduit alors l'équation différentielle du système des courbes synchrones relatives à l'un quelconque des systèmes (A) et (B) et au potentiel cherché.

» Après avoir intégré l'équation différentielle des courbes synchrones, on obtient l'expression du potentiel au moyen du théorème de la force vive.

» Dans le cas où le système (A) est composé de courbes homothétiques

définies par une équation de la forme

$$r = k\varpi(\theta),$$

et le système (B) de droites issues du point O, on trouve, pour le potentiel, l'expression qui figure dans ma Communication précédente.

» Dans le cas où les systèmes (A) et (B) sont formés tous les deux de courbes homothétiques, il en est de même du système (S) dont l'équation

$$r = \lambda\varphi(\theta),$$

λ désignant une fonction arbitraire du temps t, s'obtient par une quadrature, et on trouve finalement, pour le potentiel, l'expression

$$\Psi\left[\frac{r}{\varphi(\theta)}\right]\frac{\varphi^4(\theta)[\varpi^2(\theta)+\varpi'^2(\theta)]}{[\varphi(\theta)\varpi'(\theta)-\varphi'(\theta)\varpi(\theta)]^2},$$

dans laquelle Ψ représente une fonction arbitraire.

» Dans ce cas, comme dans le précédent, la vitesse initiale v_0 doit être forcément nulle. Les courbes (A) et (B) sont d'ailleurs tangentes au point O.

» Les questions dont je viens de donner un aperçu ont un lien manifeste avec le problème des *brachistochrones :* j'espère être bientôt en mesure de publier les résultats qui peuvent se déduire de ce rapprochement. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes irréductibles d'ordre fini contenus dans le groupe quadratique crémonien.* Note de M. **Léon Autonne**, présentée par M. Jordan.

« Une substitution à deux séries de trois variables homogènes x_i et u_i sera dite *crémonienne,* si elle est à la fois *birationnelle* et *de contact*. Usant des notations adoptées dans une Communication précédente (8 février 1886), je désigne une crémonienne s par la notation

$$s = \begin{vmatrix} x_i & \varphi_i(\overset{a}{x}, \overset{b}{u}) \\ u_i & \psi_i(\overset{c}{x}, \overset{d}{u}) \end{vmatrix} = \begin{Bmatrix} a & b \\ c & d \end{Bmatrix}.$$

Le nom de *crémonienne* vient de ce que s se réduit à une substitution Cremona ordinaire, si l'entier b est zéro. Une crémonienne devient *crémonique* si l'un des quatre entiers a, b, c, d est zéro ou un.

» Il est aisé de voir que les crémoniennes *forment un groupe* que l'on peut appeler *crémonien*. Dans la Communication précitée du 8 février 1886, je me suis occupé des groupes crémoniens *linéaires* formés de substitutions, où aucun des entiers a, b, c, d ne dépassait un. Les groupes *quadratiques*, formés de substitutions où aucun des entiers a, b, c, d ne dépasse deux, sont l'objet de la présente étude.

» Un groupe quadratique contient des substitutions linéaires, crémoniques et *crémoniennes quadratiques proprement dites*, pour lesquelles on a

$$a = b = c = d = 2.$$

Une de ces dernières est dite *réductible*, lorsqu'elle est un produit de crémoniques, *irréductible* dans le cas contraire.

» Je mets provisoirement de côté les groupes quadratiques formés exclusivement de crémoniques ou pourvus de crémoniennes quadratiques proprement dites réductibles, pour m'occuper des groupes quadratiques crémoniens *irréductibles*, contenant des crémoniennes quadratiques proprement dites irréductibles et dépourvus de réductibles.

» La théorie de pareils groupes G est contenue dans les trois théorèmes suivants, si G est d'ordre fini.

» Théorème I. — *Le groupe* G *s'obtient en combinant une substitution quadratique crémonienne proprement dite* s *avec un groupe* Γ *quadratique Cremona d'ordre fini, lequel est permutable à toutes les substitutions de* G, *dont il contient la moitié.*

» Convenons des notations suivantes. Si $P(t_1, t_2)$ est une forme binaire quelconque en t_1 et t_2, et λ une substitution linéaire binaire de déterminant un,

$$= \begin{vmatrix} l_{11} & l_{12} \\ l_{21} & l_{22} \end{vmatrix},$$

je poserai

$$\lambda[P(t_1, t_2)] = P(l_{11}t_1 + l_{12}t_2, l_{21}t_1 + l_{22}t_2).$$

» Si l'on pose ensuite

$$A = x_1x_3 + x_2x_3 + x_1x_2, \qquad A_i = \frac{\partial A}{\partial x_i},$$

$$r_i = (Au)_i, \qquad K = \text{const. ni nulle ni } \infty,$$

$$k = \text{racine de l'unité}, \qquad \sigma, \tau = \text{substitutions de la forme } \lambda.$$

on peut énoncer ainsi les théorèmes suivants :

» THÉORÈME II. — *La substitution s et une substitution quelconque* T *de* Γ *peuvent s'écrire*

$$s = \left| \begin{array}{ll} x_1 & \sigma[r_1(r_1+r_2)] \\ x_2 & \sigma[r_2(r_1+r_2)] \\ x_3 & 4K^2u_3^2A - \sigma[r_1r_2] \\ u_1 & \sigma[r_2^2] - 4K^2u_3\sigma[r_2]\sigma[A_3] - 4K^2u_3^2A \\ u_2 & \sigma[r_1^2] + 4K^2u_3\sigma[r_1]\sigma[A_3] - 4K^2u_3^2A \\ u_3 & \sigma[(r_1+r_2)^2] \end{array} \right|,$$

$$R = \left| \begin{array}{ll} x_1 & \tau[x_1A_3] \\ x_2 & \tau[x_2A_3] \\ x_3 & k^2A - \tau[x_1x_2] \\ u_1 & u_3\tau[x_2^2] + k^2\tau[x_2]\tau[r_1+r_2] - k^2u_3A \\ u_2 & u_3\tau[x_1^2] - k^2\tau[x_1]\tau[r_1+r_2] - k^2u_3A \\ u_3 & u_3\tau[A_3^2] \end{array} \right|.$$

» THÉORÈME III. — *Les substitutions* directrices τ *et* σ *forment un groupe d'ordre fini* 𝔊, *qui contient le groupe* γ *dérivé des substitutions* τ; γ *est permutable aux substitutions de* 𝔊, *dont il contient la totalité ou la moitié. Le groupe* G *est isomorphe à* 𝔊 *et* Γ *à* γ. *Si* 𝔊 *coïncide avec* γ, *il est licite de supposer* $\sigma = 1$; *sinon* σ *est forcément d'ordre pair et* 𝔊 *ne peut être ni tétraédrique, ni icosaédrique.*

» Le groupe quadratique Cremona Γ d'ordre fini est de ceux que j'ai appelés du *troisième type* [*Mémoire sur les groupes quadratiques Cremona*, (*Journal de Mathématiques*, p. 436; 1885)].

» La construction d'un groupe quadratique et irréductible crémonien d'ordre fini se ramène ainsi à celle des groupes 𝔊 et Γ, dont les propriétés sont bien connues. »

MÉCANIQUE. — *Sur un théorème relatif au mouvement permanent et à l'écoulement des fluides.* Note de M. **Hugoniot**, présentée par M. Sarrau.

« Il existe une relation curieuse entre la théorie du mouvement permanent des fluides et celle de la propagation du son.

» Regardant comme négligeables les forces extérieures, je considère un

fluide dont la densité est ρ_0 et la pression p_0, à l'état de repos; et je suppose que, pendant le mouvement, il existe, entre la densité ρ et la pression p d'un élément de volume, la relation

$$\rho = F(p).$$

» Lorsque le régime permanent est établi, la masse est décomposable en filets, dont chacun a pour origine un point où la densité est ρ_0 et la pression p_0, la vitesse étant sensiblement nulle.

» Soient ω la section infiniment petite d'un filet, section qui varie d'un point à l'autre, V la vitesse au point où la section est ω; la masse fluide qui traverse cette section dans l'unité de temps est $\omega\rho V$, et la permanence du mouvement exige que cette masse soit la même pour tous les points d'un même filet. On a donc l'équation

$$\omega = \frac{H}{\rho V},$$

H désignant une constante.

» Je me propose de déterminer la vitesse au point où le filet présente son maximum de contraction et où, par suite, la section ω est un minimum. Le produit ρV est alors maximum.

» Or, le théorème de Bernoulli donne, les forces extérieures étant supposées négligeables,

$$V^2 = 2\int_p^{p_0} \frac{dp}{\rho} = 2\int_p^{p_0} \frac{dp}{F(p)};$$

le second membre est une fonction de p que l'on peut désigner par $[\varphi(p)]^2$, de sorte que $V = \varphi(p)$.

» Égalant à zéro la dérivée du produit ρV, on trouve

$$F'(p)\,\varphi(p) + F(p)\,\varphi'(p) = 0.$$

D'ailleurs

$$\varphi'(p) = -\frac{1}{F(p)\,\varphi(p)},$$

de sorte qu'on obtient

$$[\varphi(p)]^2 = V^2 = \frac{1}{F'(p)}, \qquad V = \sqrt{\frac{1}{F'(p)}}.$$

» Telle est la relation qui existe entre la vitesse et la pression au point où le filet présente son maximum de contraction.

» Or j'ai démontré, dans des travaux antérieurs (*Comptes rendus,* 7 et 14 décembre 1885), que la vitesse de propagation du mouvement ou la

vitesse du son dans un fluide avait pour expression générale $\sqrt{\frac{1}{F'(p)}}$. Il en résulte ce théorème :

» *Dans le mouvement permanent d'un fluide, la vitesse au point du filet où se produit le maximum de contraction est égale à la vitesse du son correspondant à la pression et à la densité en ce point.*

» Lorsque le fluide s'écoule par un orifice étroit, et que le régime permanent est établi, on peut, avec une grande approximation, assimiler la veine à un simple filet. Quand les limites entre lesquelles varie la pression dans la veine sont assez étendues, elle présente, par suite, un maximum de contraction au delà duquel la section de la veine se montre croissante, ainsi que la vitesse, tandis que la pression diminue. L'existence de ce maximum de contraction est confirmée par les résultats des expériences, tout au moins en ce qui concerne les gaz parfaits. D'après le théorème précédent, la vitesse dans la section contractée est égale à la vitesse du son qui correspond à l'état du fluide dans cette section contractée.

» Par exemple, quand il s'agit d'un gaz parfait dont le rapport des chaleurs spécifiques est m, la pression dans la section contractée est αp_0, α désignant un nombre égal à $\left(\frac{2}{m+1}\right)^{\frac{m}{m-1}}$ (1). On a, par suite, dans cette section,

$$p = \alpha p_0, \qquad \rho = \rho_0 \alpha^{\frac{1}{m}},$$

$$V^2 = \frac{2}{m-1}\frac{mp_0}{\rho_0}\left(1-\alpha^{\frac{m-1}{m}}\right) = \frac{2}{m+1}\frac{mp_0}{\rho_0} = \alpha^{\frac{m-1}{m}}\frac{mp_0}{\rho_0};$$

d'où l'on tire aisément

$$V = \sqrt{\frac{mp}{\rho}}.$$

» Lorsque les limites entre lesquelles varie la pression dans la veine ne sont pas suffisamment étendues, la section diminue constamment jusqu'au point où la pression finale est atteinte. C'est ce qui arrive toujours pour les liquides. Il n'existe pas alors de véritable maximum de contraction et le théorème n'est pas applicable.

» Ce théorème prouve, d'ailleurs, que, pour observer, dans une veine liquide, une contraction suivie d'une dilatation, il faudrait réaliser une

(1) *Comptes rendus*, 28 juin et 26 juillet 1886.

vitesse d'écoulement plus grande que la vitesse du son dans le liquide et surpassant, par conséquent, de beaucoup les vitesses qui peuvent être atteintes dans la pratique. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur le coefficient de détente d'un gaz parfait.* Note de M. **Félix Lucas**, présentée par M. Haton de la Goupillière.

« Dans les savantes Communications récemment faites à l'Académie par M. Haton de la Goupillière relativement à l'écoulement varié des gaz, il a été démontré que, pour rendre intégrable sous forme finie l'équation différentielle de l'écoulement adiabatique, lorsqu'un récipient rempli d'air comprimé se vide librement dans l'atmosphère, il suffit d'admettre pour le *coefficient de détente* la valeur 1,40, au lieu du nombre 1,41 qui est généralement adopté.

» Les considérations suivantes montrent que la valeur 1,40 est précisément celle qu'il convient d'adopter pour le coefficient de détente d'un gaz parfait.

» On peut définir un tel fluide en lui attribuant trois propriétés que possèdent approximativement les gaz naturels permanents, et qui son indépendantes de toute thermométrie.

» 1° *Loi de Mariotte.* — Le produit du volume par la pression n'est fonction que de la température du gaz

$$PV = P_0 V_0 \varphi(t), \tag{1}$$

l'expression inconnue $\varphi(t)$ étant seulement assujettie à devenir égale à 1 lorsque t représente la température de la glace fondante.

» 2° *Loi de Joule.* — L'énergie mécanique intérieure n'est fonction que de la température

$$U = U_0 \psi(t), \tag{2}$$

la fonction inconnue $\psi(t)$ étant seulement assujettie à devenir nulle ou égale à l'unité en même temps que $\varphi(t)$.

» 3° *Loi de Laplace et de Poisson.* — La détente adiabatique d'un gaz donne lieu à la relation

$$PV^m = \text{const.}, \tag{3}$$

m étant un paramètre numérique. Cette formule donne, par différentiation,

en tenant compte de l'équation (1),

$$(4) \qquad (m-1)\frac{dV}{V} + \frac{\varphi'(t)}{\varphi(t)}dt = 0.$$

» Comme il s'agit d'ailleurs d'une détente adiabatique, sans emprunt ni cession de chaleur, on a

$$(5) \qquad P\,dV + \frac{dU}{dV}dV + \frac{dU}{dt}dt = 0;$$

soit, d'après les formules (1) et (2),

$$(6) \qquad P\,dV + U_0\,\psi'(t)\,dt = 0.$$

» Or les relations (4) et (6), en tenant compte de l'équation (1), donnent

$$(7) \qquad \frac{\varphi'(t)}{\psi'(t)} = \frac{(m-1)U_0}{P_0V_0}.$$

Par conséquent, le rapport

$$\frac{\varphi'(t)}{\psi'(t)}$$

est indépendant de la température. Comme, d'autre part, les deux fonctions φ et ψ deviennent nulles en même temps et prennent aussi ensemble une valeur égale à l'unité, on a

$$(8) \qquad \psi(t) = \varphi(t).$$

» La formule (7) donne alors

$$(9) \qquad U_0 = \frac{P_0V_0}{m-1}.$$

» Il en résulte que l'équation (2) peut se ramener à la forme

$$(10) \qquad U = \frac{P_0V_0}{m-1}\varphi(t) = \frac{PV}{m-1}.$$

» Cela posé, reportons-nous à la théorie cinétique des gaz, dont la conception première est due à Bernoulli. Chaque molécule, assimilée à un corps d'une élasticité parfaite, est constituée par un agrégat atomique stable. Son centre de gravité est animé d'un mouvement de translation, à vitesse uniforme, dont la trajectoire, rectiligne en principe, éprouve à chaque instant des déviations brusques, par suite des chocs de la molécule considérée contre les autres molécules et contre la paroi du vase; soit μv^2 la force

vive de ce mouvement. La molécule possède, d'autre part, une autre force vive $\mu\rho^2$ relative au mouvement giratoire et vibratoire de ses particules. L'énergie mécanique intérieure de la masse gazeuse est, par conséquent,

$$(11) \qquad U = \sum \frac{\mu v^2}{2} + \sum \frac{\mu \rho^2}{2} = \frac{PV}{m-1}.$$

» La première somme de forces vives a pu être calculée; sa valeur est $\frac{3}{2}$PV. La seconde somme a, par conséquent, pour valeur $\left(\frac{1}{m-1} - \frac{3}{2}\right)$PV. Or le coefficient

$$\frac{1}{m-1} - \frac{3}{2} = \frac{5-3m}{2(m-1)}$$

devient rigoureusement égal à l'unité si l'on attribue à m la valeur 1,40. On a alors

$$(12) \qquad U = \left(\frac{3}{2} + 1\right) PV = \frac{5}{2} PV.$$

La valeur $m = 1,40$ est donc, pour ainsi dire, la racine numérique de l'équation remarquablement simple

$$\sum \frac{\mu\rho^2}{2} = PV;$$

c'est là une propriété caractéristique, de nature à justifier par une induction sérieuse l'adoption de la valeur numérique dont il s'agit. »

PHYSIQUE. — *Sur le coefficient de pression des thermomètres et la compressibilité des liquides*. Note de M. Ch.-Ed. Guillaume, présentée par M. Broch.

« 1. La réduction à la position horizontale des lectures thermométriques faites en position verticale nécessite la connaissance du *coefficient de pression intérieure* des thermomètres. Ce coefficient β_i est relié au coefficient de pression *extérieure* β_e par l'équation ([1])

$$(1) \qquad \beta_i = \beta_e + k(\chi_m - \chi_v),$$

χ_m et χ_v étant des coefficients de compressibilité cubique du mercure et du verre, k un facteur de réduction aux mêmes unités.

([1]) *Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures*, t. IV, p. B.57 (Pernet, *Comparaisons des mètres*).

» Le coefficient β_e peut être déterminé plus exactement et plus aisément que β_i; il y a donc avantage à déduire ce dernier coefficient du premier. On pourrait, il est vrai, être embarrassé dans le choix des nombres χ_m et χ_v; on a, en effet,

D'après Regnault.......	$\chi_m = 3,45.10^{-6}$	pour une mégadyne par centimètre carré,		
» Grassi.........	$2,91.10^{-6}$	»	»	
» Descamps......	$1,84.10^{-6}$	»	»	

Ces nombres divergent trop pour qu'on puisse adopter indifféremment l'un ou l'autre. Il est aisé, cependant, de découvrir la cause de leur divergence, et d'en tirer une correction à peu près certaine.

» Je rappellerai le principe de la méthode employée par M. Descamps. Un piézomètre en verre, terminé par un tube capillaire, était maintenu par le col du réservoir, dans un vase rempli de mercure, et muni d'un tube dit *correcteur*, au moyen duquel on mesurait l'extension du volume extérieur du piézomètre. M. Descamps a admis que cette extension est sensiblement égale à l'augmentation du volume intérieur; en d'autres termes, que la variation du volume des parois est négligeable. En réalité, elle est du même ordre que les quantités à mesurer.

» Soient V le volume du piézomètre, P la pression intérieure; en partant des formules de Lamé [1], on trouve que la variation du volume des parois est, dans le cas d'une sphère,

$$(2) \qquad \Delta v = PV \frac{1}{\lambda + \frac{2}{3}\mu};$$

dans le cas d'un cylindre indéfini,

$$(3) \qquad \Delta'' v = PV \frac{1}{\lambda + \mu}.$$

» Dans les deux cas, cette variation est indépendante de l'épaisseur des

---

(1) Je rappellerai que Lamé a exprimé tous les coefficients relatifs à l'élasticité au moyen des deux constantes de constitutions désignées par λ et μ.

Le *coefficient d'élasticité* a pour valeur

$$E = \mu \frac{3\lambda + 2\mu}{\lambda + \mu}.$$

Le *coefficient de Poisson* (rapport de la contraction à l'allongement) est donné par

$$\sigma = \frac{\lambda}{2(\lambda + \mu)}.$$

parois, à la seule condition que cette épaisseur soit uniforme. On ne diminue donc pas la correction en opérant avec un piézomètre à parois minces.

» Supposons, ce qui est très approximativement exact, que, dans le cas d'un réservoir formé d'un cylindre terminé par des hémisphères, la variation totale soit égale à la somme des produits $\Delta' v$ et $\Delta'' v$ par les rapports a et b des volumes cylindriques et hémisphériques au volume total du piézomètre. La variation totale du volume des parois sera

$$\Delta v = \mathrm{PV}\left(\frac{a}{\lambda + \frac{2}{3}\mu} + \frac{b}{\lambda + \mu}\right). \tag{4}$$

» En désignant par χ'_m le coefficient trouvé par M. Descamps, on aura

$$\chi_m = \chi'_m + \left(\frac{a}{\lambda + \frac{2}{3}\mu} + \frac{b}{\lambda + \mu}\right), \tag{5}$$

(χ, λ et μ étant rapportés aux mêmes unités).

» D'autre part, on sait que $\chi_v = \frac{1}{\lambda + \frac{2}{3}\mu}$; donc, en supposant que le verre des piézomètres et des thermomètres ait les mêmes propriétés élastiques

$$\left\{\begin{aligned} \beta_i &= \beta_e + k\left[\chi_m + \left(\frac{b}{\lambda + \mu} + \frac{1 - a}{\lambda + \frac{2}{3}\mu}\right)\right] \\ &= \beta_e + k\left[\chi'_m - \frac{b\mu}{3(\lambda + \mu)(\lambda + \frac{3}{2}\mu)}\right]. \end{aligned}\right. \tag{6}$$

» Le terme correctif, qui atteindrait son maximum pour $b = 1$, est très petit, et sa valeur est incertaine; nous n'en avons pas tenu compte, et nous avons écrit

$$\beta_i = \beta_e + k\chi'_m. \tag{7}$$

» 2. Dans ces dernières années, on a adopté, en général, le coefficient χ_m de M. Descamps; d'après ce qui précède, ce coefficient doit être corrigé au moyen de la formule (5).

» Regnault a trouvé $\chi_v = 1,64.10^{-6}$ pour 1 mégadyne par centimètre carré.

» En faisant les suppositions extrêmes $\lambda = 2\mu$ (Wertheim) et $\lambda = \mu$ (relation trouvée par M. Cornu pour du verre bien isotrope), on trouve

$$\frac{1}{\lambda + \mu} = 1,45.10^{-6} \qquad \text{et} \qquad 1,36.10^{-6};$$

donc

$$\chi_m = (1,84 + 1,64a + 1,45 \text{ ou } 1,36b)10^{-6}.$$

» Malheureusement les piézomètres de M. Descamps n'existent plus, et il n'est plus possible de déterminer les nombres a et b. Les valeurs extrêmes résultant de cette formule sont

$$\chi_m = 3,48 \quad \text{et} \quad 3,20.$$

» Le coefficient probable résultant des expériences de M. Descamps est donc très voisin de celui de Regnault. Les coefficients de compressibilité des autres liquides doivent subir la même correction. Cette correction a été calculée au moyen de la valeur de χ_v, la plus faible que l'on connaisse; il se peut qu'elle soit encore plus forte.

» Les autres coefficients déterminés par M. Descamps doivent subir la même correction. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la nature des actions électriques dans un milieu isolant.* Note de M. **A. Vaschy**, présentée par M. Cornu.

« En supposant que les actions réciproques de deux corps électrisés s'exercent par l'intermédiaire du milieu interposé et non directement à distance, je me propose de chercher quel doit être le rôle de ce milieu dans la transmission des actions électrostatiques.

» A la surface d'un conducteur électrisé, il existe une tension normale égale en chaque point à

$$p = 2\pi k \sigma^2 = \frac{1}{8\pi k}\left(\frac{\partial V}{\partial n}\right)^2,$$

σ étant la densité électrique superficielle, $\frac{\partial V}{\partial n}$ la variation de potentiel suivant la normale, k le coefficient de la formule de Coulomb, $f = k\frac{qq'}{r^2}$. La résultante de toutes les tensions exercées sur les divers éléments de la surface est la force *mécanique* qui tend à produire le déplacement du conducteur.

» Dans l'ordre d'idées admis, qui est celui de Faraday, de Maxwell, etc., cette tension p doit être exercée sur le corps par le milieu en contact avec lui, et, réciproquement, celui-ci subit, en chaque point de sa surface de

contact avec le conducteur, une tension égale et opposée lorsque l'équilibre est établi. Ce milieu, interposé entre divers conducteurs, subissant à sa surface et de la part de ceux-ci des tensions déterminées, son état d'équilibre intérieur résultera des lois de l'élasticité; on peut donc calculer en chaque point la tension (ou la pression) à laquelle est soumis un élément de surface d'orientation donnée.

» La solution de ce problème d'élasticité est facilitée par la connaissance préalable de la distribution du potentiel. Cherchons les conditions d'équilibre d'un tube de force infiniment petit limité à deux sections s et s' équipotentielles. Si la force exercée sur la base s, par exemple, ne dépend que de la distribution du potentiel, puisqu'à la surface du milieu (et d'un conducteur) la force est une tension égale à $\frac{1}{8\pi k}\left(\frac{\partial V}{\partial n}\right)^2$, la base s sera soumise à une tension normale représentée par la même formule

$$p = \frac{1}{8\pi k}\left(\frac{\partial V}{\partial n}\right)^2.$$

» Sur s' nous aurions une tension égale à

$$p' = \frac{1}{8\pi k}\left(\frac{\partial V}{\partial n}\right)'^2:$$

» La résultante des forces ps et $p's'$ sera, dans le même sens que p, égale à

$$(1) \qquad ps - p's' = \frac{ps^2 - p's'^2}{s'} + \frac{pss' - ps^2}{s'}.$$

» Mais, si le tube ne contient pas d'électricité, on sait que $\left(\frac{\partial V}{\partial n}\right)s$ est égal à $\left(\frac{\partial V}{\partial n}\right)'s'$; d'où $ps^2 - p's'^2 = 0$.

» Il reste

$$ps - p's' = \frac{pss' - ps^2}{s'} = p\frac{s}{s'}(s' - s)$$

ou simplement

$$p(s' - s),$$

puisque $\frac{s}{s'}$ est égal à 1, à un infiniment petit près.

» Cet excès de force $p(s' - s)$ s'exerçant sur l'élément dans le sens de p est le même que l'excès de force qu'exercerait sur les faces s et s' une pression uniforme égale à p. Donc on peut l'équilibrer par une pression p exercée sur la face latérale du tube, c'est-à-dire qu'un tube quelconque

dans le milieu serait en équilibre sous l'action de *tensions* $\frac{1}{8\pi k}\left(\frac{\partial V}{\partial n}\right)^2$ exercées sur ses bases équipotentielles et de pressions $\frac{1}{8\pi k}\left(\frac{\partial V}{\partial n}\right)^2$ exercées sur ses faces latérales.

» Cette distribution des tensions et pressions dans le milieu est donc évidemment celle qui doit résulter effectivement des tensions exercées à la surface. Sur un élément s, pris dans une orientation quelconque, la force serait oblique en général; elle se calculerait par la considération du tétraèdre élémentaire ou bien par le carré du rayon vecteur aboutissant au point de l'hyperboloïde des pressions où le plan tangent est parallèle à l'élément s.

» La même distribution des tensions et pressions dans le milieu doit avoir lieu, même lorsqu'un tube élémentaire contient une quantité q d'électricité.

» Alors, en effet, on a

$$\frac{\partial V}{\partial n}s - \left(\frac{\partial V}{\partial n}\right)' s' = 4\pi k q$$

et la résultante $ps - p's'$ des forces exercées sur les bases, diminuée de la résultante $p(s' - s)$ des pressions latérales, est égale à $\frac{ps^2 - p's'^2}{s'}$, c'est-à-dire à $q\frac{\partial V}{\partial n}$ dans le sens de p. Or c'est bien là l'expression de la force qui doit s'exercer sur la quantité q d'électricité qui contient le tube.

» On voit, d'une manière générale, que le milieu interposé entre des conducteurs électrisés est soumis à des forces qui sont, quelle que soit leur origine, des tensions $\frac{1}{8\pi k}\left(\frac{\partial V}{\partial n}\right)^2$ dans le sens des lignes de force, et des pressions $\frac{1}{8\pi k}\left(\frac{\partial V}{\partial n}\right)^2$ dans les directions perpendiculaires [1]. Ces données suffisent pour déterminer les actions dans d'autres directions quelconques.

» Quel est le *milieu* sur lequel agissent ces forces? Sans introduire de nouvelle hypothèse en Physique, on a le choix entre : 1° l'éther seul; 2° la matière pondérable seule; 3° l'ensemble de ces deux milieux. Or, le *vide* paraissant susceptible de maintenir des conducteurs électrisés et de

---

(1) Maxwell arrive à ce résultat par une démonstration différente et beaucoup plus complexe (*Electricity and Magnetism*, t. I, §§ 103-111).

transmettre les actions électrostatiques, les tensions et pressions $\frac{1}{8\pi k}\left(\frac{\partial V}{\partial n}\right)^2$ doivent s'y développer; donc l'éther doit être considéré comme faisant partie du milieu en question. Dans un diélectrique, les tensions et pressions s'exercent aussi sur la matière pondérable, puisque celle-ci subit des dilatations (phénomène de la dilatation électrique) et devient anisotrope (phénomène électro-optique de Kerr). On est donc amené à envisager la troisième des hypothèses énumérées ci-dessus. On verra, dans une prochaine Note, dans quel rapport interviennent respectivement l'éther et la matière pondérable. »

ÉLECTRICITÉ. — *Électrodynamomètre absolu.* Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. Lippmann.

« L'appareil est un *électrodynamomètre-balance*, qui permet d'obtenir directement l'intensité d'un courant, en valeur absolue, avec une erreur inférieure à $\frac{1}{2000}$. Cet instrument a été construit par M. Carpentier; en voici la disposition.

» L'électrodynamomètre se compose de deux bobines concentriques; l'une est longue et a son axe horizontal; l'autre, plus petite, est contenue à l'intérieur de la première et a son axe vertical; le même courant passe dans les deux bobines. La petite bobine se trouvant placée ainsi dans le champ magnétique, à peu près uniforme, produit par la plus grande, est soumise à un couple qui tend à dévier son axe de la verticale : c'est la mesure de ce couple qui fait connaître l'intensité du courant. Pour cela, la petite bobine fait corps avec un fléau de balance qui porte à son extrémité un plateau suspendu à la façon ordinaire. Les deux couteaux et leurs chapes sont en agate, aucune pièce d'acier n'existant dans l'appareil. Deux fils d'argent très fins, faisant deux tours de spire, en face du couteau sur lequel repose le fléau, permettent de faire passer le courant dans la petite bobine, sans gêner le mouvement du fléau. En plaçant des poids dans le plateau, on peut faire équilibre à la force électrodynamique.

» L'intensité du courant est alors donnée, en unités C.G.S., par la formule

$$i = \sqrt{\frac{gle}{\pi^2 d^2 N n (1-a)}}\sqrt{p},$$

dans laquelle p représente la masse en grammes, placée dans le plateau,

g l'intensité de la pesanteur, l la distance des arêtes des deux couteaux ($0^m,30$ environ), d le diamètre ($0^m,11$ environ) de l'axe des spires de l'unique couche de fil que porte la petite bobine, n le nombre de ces spires (164), N le nombre des couches (10) de la grande bobine, e la distance des axes de deux spires consécutives de cette bobine ($0^{cm},13$ environ); enfin a est un terme correctif qui dépend des bouts de la grande bobine, qui serait nul si elle était infinie et que le calcul donne avec une extrême précision.

» Les mesures de l et de d ont été faites par le Bureau international des Poids et Mesures, celle de e par moi-même, mais elle a été rapportée au mètre international. Le coefficient de $\sqrt{p}$ est connu ainsi avec une erreur inférieure à $\frac{1}{2000}$. Un courant de $0^{amp},3$ est équilibré à Paris par $0^{gr},4180$; la balance permet d'apprécier $\frac{1}{20}$ de milligramme.

» La disposition présente l'avantage de placer les bouts de la bobine, qui porte plusieurs couches, loin de l'autre : l'erreur due à l'irrégularité inévitable de l'enroulement aux bouts, en passant d'une couche à la suivante, est rendue aussi insignifiante. Elle permet, en outre, par un déplacement de la grande bobine suivant son axe, de vérifier qu'aucune erreur matérielle ne s'est glissée dans le calcul assez long qui fournit a.

» Je me propose de me servir de cet instrument :

» 1° Pour déterminer, en valeur absolue, la force électromotrice des piles ($E = IR$);

» 2° Pour déterminer le rapport des unités électromagnétiques et électrostatiques en mesurant les mêmes forces électromotrices avec un électromètre absolu;

» 3° Pour déterminer l'équivalent mécanique de la chaleur; le travail I^2RT, converti en chaleur dans un fil très fin, noyé dans un calorimètre, peut être ainsi connu avec une erreur inférieure à $\frac{1}{450}$.

» Un Mémoire fera connaître ultérieurement la description détaillée de l'électrodynamomètre, les précautions qui ont été prises dans la mesure exacte de ses éléments, le calcul du terme a, ainsi que les résultats des expériences indiquées ci-dessus et qui sont en cours d'exécution. »

TÉLÉGRAPHIE. — *La Sténo-télégraphie*. Note de M. **G.-A. Cassagnes**, présentée par M. Mascart.

« La Sténo-télégraphie résulte de la combinaison de la Sténographie mécanique et de la Télégraphie. Elle doit à la Sténographie la possibilité

d'enregistrer un nombre considérable de mots dans l'unité de temps; elle doit à la Télégraphie la possibilité de transmettre ce nombre de mots par un seul fil et de l'imprimer à des stations éloignées.

» Les appareils qu'elle met en jeu participent, par suite, de la Sténographie mécanique, par la manœuvre de leur clavier et par les signes conventionnels qu'ils impriment en petites lignes horizontales, dont chacune représente au moins une syllabe. Ils participent de la Télégraphie automatique, par la perforation des signaux à transmettre et par l'émission du courant correspondant à chaque signal. Ils participent enfin de la Télégraphie multiple, par la distribution des courants dans le fil de ligne au départ, par la réception et l'impression des signaux à l'arrivée.

» Sans vouloir décrire ici aucun d'eux, je dirai simplement que l'ensemble de mes appareils sténo-télégraphiques comprend :

» 1° A la station de départ :

» *a*. Un perforateur à clavier;

» *b*. Un transmetteur automatique;

» *c*. Un distributeur;

» 2° A la station d'arrivée :

» *d*. Un récepteur, identique au distributeur de départ;

» *e*. Des relais polarisés, en nombre égal à celui des touches du clavier du perforateur;

» *f*. Un appareil imprimeur.

» Voici maintenant, en principe, le jeu de chaque organe en vue de l'impression d'un signe, puis d'une ligne sténographique.

» Au départ, le clavier du perforateur, manœuvré par *un seul sténographe*, peut perforer, sur une bande de papier, une série de trous disposés en petites lignes horizontales, dont chacune représente une syllabe au moins, équivalant à deux cents mots et plus par minute.

» Chaque trou correspond, par la position même que lui assigne la manœuvre du clavier, à un signe sténographique déterminé, qui doit être imprimé, automatiquement, sur la bande sténographique, à l'arrivée.

» La bande perforée est placée sous le transmetteur où elle reste immobile, ainsi que la bande qui doit recevoir l'impression à l'arrivée. Si le transmetteur émet alors automatiquement, à travers un trou, un courant qui passe dans le fil de ligne par le balai du distributeur de départ, à l'arrivée ce courant est reçu par le balai du récepteur, maintenu constamment en mouvement synchronique avec le balai correspondant de la première

station. Il actionne un relais polarisé qui ferme un circuit local destiné à faire imprimer le signe correspondant au courant émis au départ.

» Par suite de la rotation même du balai de distribution au départ, la même opération se répétant successivement pour chacun des trous qui composent une petite ligne horizontale perforée, le papier aux deux stations restant toujours immobile, l'impression d'une ligne horizontale se produit et la ligne de trous du départ est ainsi transformée en une ligne de signes, représentant une syllabe au moins, à l'arrivée.

» Les bandes avancent alors automatiquement d'un interligne aux deux stations, et tout se trouve disposé pour l'impression d'une ligne nouvelle, et ainsi de suite.

» Le nombre de syllabes que l'on peut ainsi imprimer pendant un tour des balais dépend donc uniquement du nombre de contacts en lesquels on peut diviser le distributeur et le récepteur des deux stations. Ce nombre dépend lui-même de la durée possible des émissions, c'est-à-dire de la longueur et de l'état du fil télégraphique.

» De nombreuses expériences faites sur les lignes françaises ont donné les vitesses de transmission suivantes, avec un seul fil de ligne :

» 1° Jusqu'à 350^{km}, 400 mots par minute : deux claviers, 24000 mots à l'heure ; 2° jusqu'à 650^{km}, 280 mots par minute : deux claviers, 16000 à 17000 mots à l'heure ; 3° jusqu'à 900^{km}, 200 mots par minute : un seul clavier, 12000 mots à l'heure.

» La transmission peut d'ailleurs se faire soit entièrement dans un sens ou dans l'autre, soit simultanément partie dans un sens et partie dans l'autre, suivant les besoins.

» La Sténo-Télégraphie donne donc le moyen d'augmenter, dans des proportions considérables, le nombre de mots transmis par un même conducteur. Elle peut être, par suite, employée, avec des avantages économiques importants, dans la Télégraphie dont elle préviendra l'encombrement des fils en utilisant chacun d'eux plus complètement que par le passé.

» Elle permet encore de sténographier un discours à l'audition et de le transmettre au fur et à mesure à des stations éloignées. C'est ainsi que les premières phrases d'un discours commencé à Paris à 2^h pourraient être mises en composition à l'imprimerie, à Marseille, dix minutes après, et que, le clavier et la transmission électrique, sans relais et par un seul fil, ne cessant de suivre l'orateur, le discours pourrait être distribué simul-

tanément à Paris et à Marseille, villes distantes, comme on sait, de 863^{km} (1).

» Aucun appareil télégraphique n'a offert, à ma connaissance, jusqu'à présent, à l'aide de deux claviers perforateurs au maximum et d'un fil de ligne unique, une puissance de transmission analogue à celle qui est réalisée par les appareils sténo-télégraphiques. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur un mode d'érosion des roches, par l'action combinée de la mer et de la gelée.* Note de M. **J. Thoulet**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai observé, sur les côtes de Terre-Neuve, un mode spécial d'érosion, où l'action de l'eau congelée se combine à celle de l'eau liquide, pour modeler le relief des plages atteintes par les marées et contribuer à la formation des fonds marins qui résultent de l'accumulation, sous les eaux de la mer, des matériaux provenant de cette érosion. Ce phénomène a déjà été signalé; mais, comme il s'accomplit dans des contrées peu visitées, il ne me semble point que les géologues en aient suffisamment estimé la puissance et, en particulier, qu'ils en aient reconnu les effets dans la formation des bancs sous-marins qui s'étendent depuis Terre-Neuve jusqu'en Floride, tout le long de la côte des États-Unis. Je l'ai surtout étudié à la baie de Sainte-Marguerite, côte ouest de Terre-Neuve.

» Dans cette localité, la roche est un calcaire gréseux qui affleure le long de la plage, et cette plage, atteignant parfois une centaine de mètres de largeur, est entièrement couverte de morceaux de calcaire détachés. Chacun d'eux possède une forme grossièrement plane; sa surface et ses arêtes sont couvertes de cupules analogues, quoique de dimensions plus grandes, aux marques en coups de pouce décrites par M. Daubrée sur les météorites. Certains échantillons offrent l'aspect des *nuclei* de silex, d'où les hommes de l'âge de pierre détachaient des têtes de flèches et des couteaux. La couleur des cassures se distingue par sa nuance bleue de la teinte plus blanche produite par les agents atmosphériques sur le reste de la pierre. Cette nuance, très variable sur les diverses cassures, montre que celles-ci se sont effectuées à des époques différentes. Au moment de ma

(1) Au bout de six mois, on peut sténographier 150 à 200 mots par minute et quinze jours suffisent pour apprendre à lire couramment les bandes.

visite, dans les premiers jours du mois de juin, c'est-à-dire à la fin de l'hiver dans ces contrées, j'ai réussi à trouver, dans le voisinage des noyaux, des portions éclatées qui s'appliquent exactement sur les cassures; mais, en général, les éclats ont disparu.

» Au commencement et à la fin de l'hiver, la température de l'air est au-dessous de la congélation, tandis que la mer n'est plus ou n'est pas encore gelée; la marée a lieu, et, deux fois par jour, elle vient imbiber d'une eau relativement chaude les roches du rivage; elle se retire, laissant les pierres saturées d'humidité et exposées à l'action de l'air très froid : l'eau que celles-ci contiennent se congèle et il se produit un éclatement. A la marée suivante, la mer vient encore réchauffer, dégeler et saturer d'humidité la pierre, pour l'abandonner ensuite à l'action du froid et la laisser éclater de nouveau. Chaque fragment s'use d'une façon extrêmement rapide, car le phénomène s'effectue deux fois par jour, pendant au moins un mois, à la fin de l'automne et au commencement du printemps. Le petit talus qui borde la côte, attaqué par-dessous, se creuse lentement, et, aussitôt que l'excavation est assez profonde, sa portion supérieure, qui jusqu'alors était défendue contre la gelée par la terre végétale et par la végétation, s'éboule et vient fournir de nouveaux aliments à la désagrégation. Dès que l'hiver est définitivement établi, l'eau de la baie est gelée jusqu'à une grande distance du rivage, et l'éclatement par mouillage, réchauffement et refroidissement successifs n'a plus lieu.

» Les effets de ce mode d'érosion seront d'autant plus intenses que la température ambiante s'abaissera davantage au-dessous de zéro, que le climat d'hiver de la localité sera plus irrégulier, oscillant plus fréquemment entre un froid très vif et une élévation de température au-dessus du point de congélation, que les vagues et les marées seront plus fortes, que les plages seront plus plates, enfin que la roche sera plus poreuse et moins résistante. Le phénomène doit forcément posséder son maximum d'intensité dans les régions modérément froides, comme Terre-Neuve, le Canada et le Labrador; dans les contrées absolument glacées, où il ne se fait chaque année qu'un seul dégel et où la gelée prend d'un seul coup, son action est moindre. Je crois que, par suite de la vaste étendue de côtes sur lesquelles il s'effectue à la surface du globe, il joue un rôle capital dans la formation des fonds marins, et qu'il y a lieu d'en tenir un compte sérieux dans les études de géologie sous-marine. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur quelques réactions colorées des acides arsénique, vanadique, molybdique et arsénieux, ainsi que des oxydes d'antimoine et de bismuth.* Note de M. **Lucien Lévy**, présentée par M. L. Troost.

« I. Après avoir indiqué (*Comptes rendus*, t. CIII, p. 1074) pour les acides titanique, niobique, tantalique et stannique, certaines réactions distinctives, je crois devoir faire connaître comment se comportent, dans les mêmes circonstances, les acides qui présentent quelque analogie avec les précédents.

» II. L'acide phosphorique n'offre aucune coloration.

» III. Il n'en est pas de même des acides arsénique, vanadique et molybdique.

	Colorations dues à l'acide		
	arsénique.	vanadique,	
Réactifs.		avant l'action de l'eau.	après l'action de l'eau.
Morphine	Nulle.	Nulle.	Rose, puis vert.
Codéine	Nulle.	Légèrement verte.	Précipité violet soluble dans un excès d'eau.
Phénol ordinaire	Nulle.	Sépia.	Sépia.
Thymol	Sépia.	Jaunâtre.	Rose.
Naphtol α	Verte.	Verte.	Vert clair.
Naphtol β	Brune.	Verte.	Vert clair.
Résorcine	Sépia.	Vert noir.	Violette.
Hydroquinone	Jaunâtre.	Jaune vert.	Verte.
Pyrocatéchine	Gris verdâtre, puis violet-améthyste.	Vert noir.	Verte.
Pyrogallol	Brune.	Sépia.	Rose.
Acide salicylique	Nulle.	Nulle.	Verte.
Acide oxybenzoïque-méta.	Nulle.	Nulle.	Rose.
Acide gallique	Nulle.	Nulle.	Verdâtre.

» Toutes les colorations dues à l'acide arsénique sont détruites par l'eau, sauf celle qui est produite par la pyrocatéchine; dans ce cas, on a une liqueur verte, qui se décolore à la longue en fournissant un précipité vert.

» L'acide molybdique ne colore que quelques-uns des corps précédents: la morphine devient rose; la résorcine, sépia; la codéine et les naphtols verdissent; mais tous les réactifs, essayés avec les autres acides, donnent, en présence de l'eau, un précipité vert.

» IV. On voit, par ce Tableau, que l'on peut caractériser, d'une manière nette : 1° l'acide arsénique, en mélange avec les acides phosphorique et vanadique, à l'aide de la pyrocatéchine; 2° celle-ci, en mélange avec ses isomères, à l'aide de l'acide arsénique; 3° l'acide vanadique, en mélange avec les acides molybdique et phosphorique, à l'aide de la résorcine.

» V. Les acides phosphoreux, tungstique et borique n'ont pas d'action, mais les oxydes de bismuth et d'antimoine, ainsi que l'acide arsénieux, fournissent des réactions colorées.

	Colorations dues à l'action		
	de l'oxyde de bismuth		de l'oxyde d'antimoine et de l'acide arsénieux.
Réactifs.	avant l'action de l'eau.	après l'action de l'eau.	
Morphine	Légèrement rose.	Nulle.	Nulle.
Codéine	Légèrement rose.	Nulle.	Lilas très clair avec l'acide arsénieux seulement.
Phénol	Nulle.	Rose.	Rose très léger.
Thymol	Nulle.	Rose.	Chair.
Naphtol α	Nulle.	Nulle.	Vert.
Naphtol β	Nulle.	Nulle.	Jaune.
Résorcine	Nulle.	Orange.	Sépia.
Hydroquinone	Nulle.	Nulle.	Nulle.
Pyrocatéchine	Verdâtre.	Vert foncé.	Chair.
Acide salicylique	Verte, presque noire.	Nulle.	Chair.
Isomères du précédent.	Nulle.	Nulle.	Nulle.

» Les colorations dues à l'acide arsénieux et à l'oxyde d'antimoine disparaissent par l'eau. Il est indispensable que l'oxyde de bismuth soit bien exempt de corps nitrés, qui fourniraient des colorations plus intenses que les siennes.

» VI. 1. Ce Tableau montre que, à l'aide du pyrogallol, on pourra distinguer l'oxyde de bismuth en présence de l'acide arsénieux et de l'oxyde d'antimoine.

» 2. Ce même Tableau, rapproché des précédents, montre que les arséniates peuvent être distingués des arsénites par la pyrocatéchine, et que l'α-naphtol et l'eau permettent de caractériser l'étain, en présence de l'arsenic, de l'antimoine et du bismuth [1]. »

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de M. Jungfleisch, à l'École de Pharmacie.

THERMOCHIMIE. — *Phénomènes thermiques qui accompagnent la précipitation des phosphates bimétalliques et sels congénères.* Note de M. A. JOLY, présentée par M. Debray.

« La formation, à l'état cristallisé, des phosphates bimétalliques par voie de double décomposition entre le sel bisodique et une dissolution métallique, est un phénomène complexe, en rapport avec l'état de décomposition plus ou moins avancée, suivant la dilution et la température, du sel alcalin, et avec la stabilité relative des phosphates métalliques qui peuvent prendre naissance dans la réaction (*Comptes rendus*, t. CIII, p. 1129). Les diverses phases de la réaction sont mises nettement en évidence par les indications thermométriques, lorsqu'on opère au sein du calorimètre. J'ai étendu cette étude aux arséniates bimétalliques et aux sels formés par deux acides bibasiques, les acides pyrophosphorique et hypophosphorique. Je me bornerai, dans cette Note nécessairement très courte, à choisir, parmi les cas que j'ai examinés, quelques types de réactions effectuées toutes à une même température et à un état de dilution comparable.

» *Phosphate bicalcique.* — Le produit final de la réaction est le sel cristallisé $PO^8Ca^2H + 2H^2O^2$; le produit initial est un précipité gélatineux basique.

$$PO^8Na^2H\,(1^{\text{éq}} = 6^{\text{lit}}) + 2\,CaCl\,(1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}) \text{ à } +10^{\circ}.$$

Précipité gélatineux (3 minutes)	$-2^{\text{Cal}},92$	Somme : $-0,05$.
Cristallisation (5 minutes)	$+2^{\text{Cal}},87$	

PO^8H^3 diss. $+ 2\,CaO$ diss. $= PO^8Ca^2H + 2\,H^2O^2$ crist. .... $+26^{\text{Cal}},9$.

» Au début, la liqueur est *acide* au tournesol, *neutre* au méthyl-orange; pendant la cristallisation, la liqueur tend vers la neutralité.

» Le nombre $-2^{\text{Cal}},92$ obtenu au début semble indiquer que le précipité est formé de $\frac{1}{2}\,PO^8Ca^2H$, $\frac{1}{4}\,PO^8Ca^3$ et qu'il reste en dissolution $\frac{1}{4}\,PO^8CaH^2$; le calcul donne en effet $-2^{\text{Cal}},95$ (en adoptant PO^8Ca^3 colloïdal : $+32^{\text{Cal}},0$).

» La même réaction effectuée avec l'arséniate sodique est trop complexe pour que je puisse l'examiner ici.

» *Phosphates et arséniates bibarytiques.* — On obtient tout d'abord un précipité gélatineux et un liquide *neutre* au tournesol; c'est un sel bibarytique qui cristallise en quelques minutes.

$$PO^8Na^2H\,(1^{\text{éq}} = 6^{\text{lit}}) + 2\,BaCl\,(1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}) \text{ à } +10^{\circ},4$$

Précipité gélatineux (2 minutes)	0^{Cal}
Cristallisation (6 minutes)	$+1^{\text{Cal}},21$

PO^8H^3 diss. $+ 2\,BaO$ diss. $= PO^8Ba^2H$ gélat .... $+26^{\text{Cal}},6$; crist. : $+27^{\text{Cal}},8$

» Le premier nombre est supérieur à celui qui a été obtenu par réaction directe ($+ 25^{Cal},4$), mais ce dernier correspond à une précipitation effectuée dans des liqueurs plus étendues; par dissolution du phosphate bibarytique cristallisé dans l'acide chlorhydrique, j'ai obtenu $+ 27^{Cal},7$.

$$AsO^8Na^2H(1^{éq} = 6^{lit}) + 2BaCl(1^{éq} = 2^{lit}) \text{ à } + 10^\circ,9.$$

Précipité gélatineux (1 minute); liqueur neutre....... $- 0^{Cal},1$ } Somme : $+ 0^{Cal},5$
Cristallisation (3 minutes)......................... $+ 0^{Cal},6$ }
AsO^8H^3 diss. $+ 2BaO$ diss. $= AsO^8Ba^2H$ gélat. (¹)...... $+ 27^{Cal},8$; crist. : $+ 28^{Cal},4$

» *Phosphate distrontianique.* — Produit final : $PO^8Sr^2H + 2H^2O^2$.

» La réaction présente trois phases bien distinctes; la dernière est presque toujours incomplète.

$$PO^8Na^2H(1^{éq} = 6^{lit}) + 2SrCl(1^{éq} = 2^{lit}) \text{ à } + 11^\circ,4.$$

	Cal.	
Précipité gélatineux (1 à 2 minutes); liqueur acide...	$- 1,86$	Somme : $- 1^{Cal},8$
Changement d'état (9 minutes); liqueur acide	$+ 5,95$	
Cristallisation par réaction (40 minutes)............	$- 5,92$	

PO^8H^3 diss. $+ 2SrO$ diss. $= PO^8Sr^2H + 2H^2O^2$...... $+ 25^{Cal},2$.

» En dissolvant le sel cristallisé dans l'acide chlorhydrique étendu, faisant réagir d'autre part l'acide phosphorique sur le chlorure de strontium, j'ai obtenu $+ 25^{Cal},18$.

» La première phase de la réaction correspond à la formation d'un précipité mixte bi et trimétallique ; mais ce précipité ne tarde pas à changer d'état, il devient cristallin et l'élévation de température observée tient surtout à la transformation si facile du précipité colloïdal trimétallique en un précipité cristallisé, réaction qui, d'après M. Berthelot, s'élève à $+ 16^{Cal},0$; j'avais obtenu moi-même un nombre identique.

» La dernière réaction, endothermique, est plus lente et il est difficile d'en observer la fin ; elle correspond à la réaction du phosphate trimétallique cristallin sur le sel monométallique ; cette même réaction serait exothermique si elle s'effectuait à partir du précipité colloïdal.

» *Phosphate bimanganeux.* — Le précipité gélatineux obtenu tout d'abord (liqueur acide au tournesol, neutre au méthyl-orange) ne se transforme qu'avec une extrême lenteur et la réaction n'est *jamais* complète.

$$PO^8Na^2H(1^{éq} = 6^{lit}) + 2MnCl(1^{éq} = 2^{lit}) \text{ à } + 10^\circ$$

Précipité gélatineux (3 minutes)................... $- 3^{Cal},41$

puis légère élévation de température correspondant à un commencement de cristallisation avec changement de composition.

» J'ai obtenu, d'autre part,

PO^8H^3 diss. + 2(MnO, HO) précipité = $PO^8Mn^2H + 3H^2O^2$............	Cal +22,73
PO^8H^3 diss. + MnO, HO précipité = $PO^8MnH^2 + H^2O^2$............	+12,15

» *Hypophosphate monobarytique.* — En mélangeant une dissolution d'hypophosphate monosodique avec une dissolution de chlorure de baryum, on obtient immédiatement un précipité gélatineux bibarytique et une liqueur acide (*Comptes rendus*, t. CI, p. 1148), qui devient neutre en même temps que le précipité cristallise en se transformant en sel monobarytique.

$$PO^6NaH(1^{éq} = 12^{lit}) + BaCl(1^{éq} = 2^{lit}) \text{ à } +10^o,5.$$

Précipité gélatineux (2 minutes)..	cal 0
Transformation du précipité et cristallisation..........................	+ 2,38
PO^6H^2 diss. + BaO diss. = $PO^6BaH + H^2O^2$..........................	+17,6

Par saturation directe : $+17^{Cal},8$; sel bibarytique cristallisé : $+28^{Cal},2$

» Ces exemples suffisent pour montrer la complexité de ces réactions et la difficulté que l'on doit éprouver à obtenir ainsi un produit de composition bien définie. Aussi, pour déterminer la chaleur de combinaison des acides phosphorique, arsénique, pyrophosphorique et hypophosphorique, avec la chaux, la strontiane, la baryte et l'oxyde manganeux, ai-je pris une méthode tout autre : dissolution du sel anhydre et de ses hydrates dans l'acide chlorhydrique dilué, et réaction inverse de l'acide sur le chlorure métallique. Cette méthode est préférable à la réaction directe de l'oxyde sur l'acide; car, dans les cas examinés, les dissolutions employées sont nécessairement très étendues, le produit final est mal déterminé et, dans le cas où l'on opère par double décomposition, on est obligé de s'appuyer, pour calculer la réaction, sur des nombres obtenus souvent à des températures très différentes et variables avec la dilution. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de neutralisation des acides glycérique et camphorique.* Note de MM. **H. Gal** et **E. Werner**, présentée par M. Cahours.

« Ces acides nous ont fourni les résultats suivants :

» *Acide glycérique :* $C^3H^6O^4$ (106^{gr}).

$$\begin{array}{l} CH^2(OH) \\ | \\ CH\ (OH),\ CO^2H \end{array}$$

Chaleur de neutralisation :

$$C^3H^6O^4(16^{lit}) + \frac{Na^2O}{2}(2^{lit}) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +\overset{Cal}{11,334} \qquad 21^\circ$$

$$C^3H^6O^4 + 2\frac{Na^2O}{2} \text{ ou } +3\frac{Na^2O}{2} \ldots \quad +12,127 \text{ vers } 21^\circ$$

$$\overline{23,461}$$

» *Acide camphorique :* $C^{10}H^{16}O^4$ (200^{gr}).

$$\begin{array}{l} CH^2-C(CH^3), CO^2H \\ | \\ CH^2-C(C^3H^7), CO^2H \end{array}$$

Chaleur de neutralisation :

$$C^{10}H^{16}O^4(40^{lit}) + 1^{er}\frac{Na^2O}{2}(5^{lit}) \ldots\ldots\ldots \quad +\overset{Cal}{13,828} \text{ vers } 20^\circ$$

$$+2^e\frac{Na^2O}{2} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +13,253$$

$$+3^e\frac{Na^2O}{2} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +0$$

$$\overline{S + 27,081}$$

» Ces nombres confirment entièrement la remarque que nous avons faite dans une précédente Communication : la chaleur totale de neutralisation des acides-alcools est notablement inférieure à celle des acides hydroxylés. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'organisation et les métamorphoses de l'*Aspidiotus *du Laurier-rose.* Note de M. LEMOINE, présentée par M. Milne-Edwards.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie le résultat de mes recherches relatives au développement, à l'organisation, aux métamorphoses et aux mœurs de l'*Aspidiotus* du Laurier-rose, dont la présence se traduit par des sortes de taches blanchâtres, parfois accumulées en grand nombre sous la face inférieure des feuilles de cet arbuste. Les méthodes auxquelles j'ai eu recours sont : l'étude par transparence, la dissection sous le microscope, aidée par les liquides fixateurs et colorants, enfin les coupes pratiquées sur des fragments de feuilles où abondaient les taches blanches en question.

» Ces recherches ont été annoncées durant la semaine de Pâques de 1885,

dans une des séances du Congrès des Sociétés savantes tenu à la Sorbonne. Elles ont été communiquées en août 1885 à la Section de Zoologie de l'Association française pour l'avancement des Sciences. Ces dates sont importantes à établir, car c'est dans le courant de la même année 1885 qu'ont paru deux Mémoires sur des sujets analogues, l'un de M. Oscar Schmidt, *Sur les métamorphoses et l'anatomie du mâle de l'*Aspidiotus Nerei, et le second du Dr Emmanuel Witlaczil, *Sur la morphologie et l'anatomie des Coccidés*. La femelle de l'*Aspidiotus* du Laurier-rose, arrivée à son complet développement, constitue une sorte de sac ovalaire rempli d'œufs. Elle ne présente plus ni antennes, ni yeux, ni pattes. Je ne puis insister ici sur la description de son appareil digestif, si caractérisé par ses courbures, ses anastomoses, les deux gros tubes de Malpighi qui s'y fixent, les nombreuses glandes qui avoisinent son extrémité supérieure et qui semblent jouer un rôle important comme éléments de réserve dans la série des métamorphoses, la cavité pharyngienne avec les muscles qui écartent ses parois et que surmontent deux petits corps réfringents pluricellulaires, enfin la longue trompe munie de stylets qui sert à la fois à la fixation de l'insecte et à la succion du liquide alimentaire. Le système nerveux consiste essentiellement en deux masses réunies par deux longues commissures, la masse inférieure étant multilobulée. Je passerai également sur la description de l'appareil génital, ne m'arrêtant que sur la présence de deux sacs ovalaires s'ouvrant près de l'orifice anal et sous-jacents aux glandes recourbées annexées aux organes génitaux. Ces sacs ovalaires se retrouvent dans les deux sexes et, par leur isolement, caractérisent le mâle durant ses premiers âges.

» Le mâle adulte est remarquable par ses longues antennes, ses gros organes oculiformes au nombre de quatre, deux latéraux, deux presque contigus sur la ligne médiane, ses deux ailes, ses balanciers, ses pattes fort développées, surtout la paire postérieure, ses organes génitaux externes formés de trois longues pièces, l'absence de trompe et de stylets buccaux et son tube digestif rudimentaire. Le système nerveux est fort intéressant par suite du volume spécial des ganglions sus-œsophagiens, qui sont presque contigus au reste des centres nerveux par le fait du raccourcissement des pédoncules commissuraux et du développement de nouveaux ganglions fournissant des nerfs aux muscles des ailes.

» Les organes génitaux internes consistent essentiellement en deux masses ovalaires réunies par un long canal aux pièces externes, entre lesquelles ce canal paraît devoir s'invaginer.

» Les éléments renfermés dans les masses ovalaires se présentent sous l'apparence de filaments dont la taille semble être hors de proportion avec celle de l'animal. Plus tard ces corps donnent issue à des filaments beaucoup plus grêles qui paraissent être les véritables spermatozoïdes. J'ai observé l'acte génital dans le mois d'octobre, vers les 8h du soir : le mâle, après avoir reconnu la présence de la femelle sous l'enveloppe qui la dissimule, en faisant usage à la fois de ses antennes et de ses organes oculiformes antérieurs, produit, à l'aide de ses pattes postérieures, la désagrégation d'un des points du pourtour de la plaque protectrice de la femelle, résultat de l'accumulation des produits de la mue.

» Il insinue alors ses appendices génito-externes en affectant une position qui rappelle celle des Pucerons et du Phylloxera. Le mâle ne tarde pas à périr. Quand on soulève la sorte de tente qui abritait la femelle, on reconnaît par dissection la présence, dans sa poche copulatrice, des gros éléments précédemment décrits. Des femelles conservées pendant quinze jours ou trois semaines présentent, au bout de ce délai, les fins spermatozoïdes engagés dans les tubes qui contiennent les œufs.

» Les différences si complètes observées dans la conformation du mâle et de la femelle avaient fait penser à des différences non moins grandes dans le mode d'évolution de ces deux formes. Parmi les causes d'erreur à éviter je signalerai d'abord la présence d'un petit Hyménoptère parasite de l'*Aspidiotus* et dont j'ai dû suivre, pour élucider ce problème compliqué, l'évolution biologique. C'est cet Hyménoptère qui produit la perforation que l'on avait considérée comme pratiquée par le mâle pour s'échapper de son enveloppe.

» La sorte de coque brunâtre attribuée également au mâle ne serait autre chose que le contenu desséché et éliminé de l'intestin de l'Hyménoptère.

» D'une autre part, je me suis attaché à suivre pas à pas l'évolution biologique de l'*Aspidiotus* et j'ai dû étudier les différentes phases du développement de l'œuf, son éclosion, la constitution, tant externe qu'interne, de la jeune larve, si caractérisée par le volume de ses différents appendices, la première mue, le deuxième âge de la larve dont les appendices sont déjà singulièrement réduits; la deuxième mue, le troisième âge de la larve qui a perdu à la fois ses antennes, ses pattes et, le plus souvent, ses yeux. Tous les détails descriptifs relatifs à ces divers états s'appliquent également aux deux formes sexuées. La femelle s'arrête alors dans son évolution biologique et amène ses œufs à maturation; le mâle, au contraire,

continuant la série de ses métamorphoses, éprouve une quatrième mue qui le fait passer par l'état de nymphe et une cinquième mue d'où il sort insecte parfait. Je me suis attaché à suivre, aussi complètement qu'il m'a été possible, tous les détails de ces deux dernières phases, évolutions qui ont comme résultat général la production à nouveau des antennes et des pattes, en même temps que l'apparition et le développement des organes génitaux, des ailes, des balanciers et des gros organes oculiformes.

» Le résultat de ces recherches, poursuivies pendant plusieurs années, serait de faire disparaître les caractères exceptionnels de l'évolution du mâle de l'*Aspidiotus*, cette évolution rentrant dans les lois générales applicables à l'ensemble des insectes. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'appareil aquifère des* Calophyllum. Note de M. **J. Vesque**, présentée par M. Duchartre.

« Les nervures secondaires de la feuille des *Calophyllum*, très nombreuses et serrées, contiennent chacune un faisceau tantôt rattaché aux deux épidermes par des massifs fibreux, tantôt relié mécaniquement à l'épiderme supérieur seul ou éventuellement à l'hypoderme, tantôt soutenu en dessus et en dessous par des massifs fibreux qui ne s'étendent pas jusqu'aux épidermes. Souvent un canal résinifère court au-dessous du faisceau, dans la masse fibreuse ou fibro-collenchymateuse, ou à côté d'elle; mais les canaux sécréteurs les plus apparents sont situés entre les nervures secondaires, au-dessous des cellules en palissades, et se dirigent sans interruption, parallèlement aux nervures secondaires, de la nervure médiane à la nervure marginale.

» L'appareil aquifère très particulier de ces plantes se relie intimement à ces derniers canaux sécréteurs. Il consiste essentiellement en de larges trachéides spiralées et déroulables, terminées obliquement ou en pointe, qui se groupent en nombre variable suivant un arc de 1-4 assises, embrassant la partie inférieure et les côtés du canal sécréteur. Plus rarement elles sont toutes réunies en un fascicule entièrement situé au-dessous de la glande (*C. trapezifolium, C. Thwaitesii*), plus rarement encore sur les côtés et au-dessus (*C. Pseudotacamahaca*), de manière à en enfermer la partie supérieure.

» Cet appareil, qui ne fait défaut à aucun *Calophyllum*, communique avec les faisceaux des nervures secondaires par de courts fascicules com-

prenant quelques trachéides étroites et des fibres mécaniques, et qui, partant de la partie ligneuse des faisceaux, traversent obliquement les parenchymes. L'endoderme des faisceaux se continue sur les fascicules connectifs et sur l'appareil aquifère, qu'il limite en dessous et sur les côtés, ou sur les côtés seulement.

» On peut considérer cet appareil comme une hypertrophie des dernières ramifications du système libéro-ligneux, et dont le liber serait éteint ou représenté seulement parfois par quelques cellules parenchymateuses allongées; d'un autre côté, il est également possible qu'il consiste en réservoirs vasiformes provenant de la transformation de cellules parenchymateuses, et cela malgré la présence d'un endoderme.

» Quoi qu'il en soit, les réservoirs s'étendent jusqu'à la nervure médiane, d'où ils reçoivent quelquefois des fascicules de même nature et de même volume que les branches anastomotiques décrites ci-dessus.

» Chez le *C. brasiliense*, on ne voit que quelques larges trachéides situées sur les côtés et au-dessous du canal sécréteur, suivant un arc plus ou moins exactement fermé; des cellules parenchymateuses à parois minces peuvent s'interposer soit entre les trachéides, soit entre celles-ci et le canal sécréteur. Le tout, immergé dans le mésophylle, est entouré d'un endoderme ouvert en dessus.

» Chez le *C. pisiferum*, la gaine endodermique imparfaite enferme non seulement des trachéides et des cellules parenchymateuses, mais encore des fibres mécaniques. Chez le *C. Walkeri*, dont la tendance générale à la sclérification ressort de la modification analogue que subissent à la fois les cellules de l'assise inférieure du mésophylle et celles de l'hypoderme, de nombreuses cellules scléreuses à parois épaisses s'ajoutent au système pour constituer avec les fibres un massif résistant situé au-dessous des trachéides et entouré d'un endoderme à cellules également sclérifiées.

» Chez le *C. Cumingii*, l'appareil est suspendu au milieu d'un massif fibro-scléreux qui se prolonge en s'amincissant jusqu'aux deux épidermes.

» Un dernier cas très différent a été observé chez le *C. Teysmanni*. Les canaux sécréteurs sont très petits et peuvent même faire entièrement défaut au-dessus de certains appareils aquifères. Les trachéides y sont peu nombreuses, mais accompagnées de très grosses fibres, longues d'environ 1^{mm}, larges de $0^{mm},06$ au milieu, de forme un peu irrégulière et placées audessus des trachéides qu'elles rattachent fréquemment aux faisceaux en obliquant par l'une des pointes vers ceux-ci, tandis que l'autre se couche contre une trachéide. Ces fibres à parois épaisses, très apparentes sur une

coupe transversale de la feuille, renferment une matière légèrement teintée de brun, un peu trouble et d'apparence gommeuse.

» Je ne connais aucun autre exemple d'une disposition semblable de trachéides évidemment destinées à emmagasiner de l'eau, disposition qui est peut-être motivée par la nervation si particulière de ces plantes. Mais, en dehors de l'intérêt physiologique qu'il présente, cet appareil, de structure variée, permet, concurremment avec d'autres caractères anatomiques, de classer enfin les espèces d'un genre qui a jusqu'à présent défié les efforts des systématiciens. En effet, les caractères organographiques sont d'une valeur plus que douteuse et la description des espèces se réduit presque toujours à celle de la forme de la feuille et aux dimensions de l'inflorescence.

» Grâce aux vingt-trois espèces (sur vingt-cinq connues) que renferme l'herbier du Muséum, il m'a été permis d'établir des diagnoses rigoureuses, sur lesquelles je reviendrai dans une prochaine Note. »

GÉOLOGIE. — *Examen d'eaux minérales de Java.* Note de M. STANISLAS MEUNIER.

« Au retour d'une récente exploration, M. Brau de Saint-Pol-Lias a bien voulu me remettre, pour les étudier, plusieurs échantillons de calcaires fontigéniques et d'eaux minérales provenant de Kapouran, domaine de Kouripan, près Boghor (Java).

» Des photographies montrent avec détails la disposition des lieux; on y voit que le calcaire constitue une protubérance considérable, à la base de laquelle sourdent les trois sources dites : *Grande Source verte, Source chaude* et *Source de la Haute Plate-forme*.

» Suivant les points, le calcaire a un aspect variable et l'on y distingue trois variétés industrielles que des fours convertissent en chaux pour les besoins des constructions. La pierre de la première qualité est largement lamellaire, à éclat nacré, très cohérente; celle de la deuxième sorte, encore très solide, est en plaques qui délimitent des vacuoles ayant souvent plus d'un centimètre cube; enfin le calcaire de la troisième catégorie est poreux, composé de feuillets sinueux, parallèles entre eux, qui lui donnent à première vue l'apparence de certains polypiers. On assiste, d'ailleurs, sur place, à la formation de ces feuillets par l'évaporation de la nappe aqueuse dont ils reproduisent pour ainsi dire les ondulations. En

lame mince, au microscope, ce calcaire offre une structure dendritique des plus remarquables, qu'on ne peut mieux comparer qu'aux arborisations de givre sur les vitres durant l'hiver.

» Les eaux, parfaitement limpides et de saveur salée, se signalent par la très grande quantité de matière solide qu'elles tiennent en dissolution. J'ai trouvé, par litre :

	Sels.
Dans la Grande Source verte	15,87 gr
Dans la Source chaude	27,00
Dans la Source de la Haute Plate-forme	28,78

» Contrairement à ce que feraient légitimement supposer les masses de substances calcaires au milieu desquelles elles surgissent, ces sources ne sont point minéralisées par le carbonate de chaux, et la quantité d'acide carbonique qu'on en dégage par les acides ou par la chaleur est presque insignifiante.

» Elles sont avant tout chargées de chlorure de calcium, auquel se joignent le chlorure de sodium, le chlorure de potassium et le chlorure de magnésium. On n'y trouve pas de sulfates. La proportion relative de ces constituants est sensiblement la même dans les trois sources. Une analyse m'a donné :

Chlorure de calcium	54,203
Chlorure de magnésium	40,651
Chlorure de sodium	2,860
Chlorure de potassium	1,104
Résidu insoluble dans l'eau	1,924
	100,742

» Ces chiffres méritent, je crois, une attention particulière. Tout d'abord, la proportion du chlorure de calcium fait des eaux de Kouripan un des représentants les plus caractérisés d'un groupe hydrologique où se rangent déjà, avec des salures très diverses, les eaux de Cauquenès (Chili), si bien étudiées par Lawrence Smith; celles de Tinguiririca (Pérou); celles de Savu-Savu, aux îles Fidji; celles de Berg-Giefshubel, en Saxe; celles de Pitkeathly, en Écosse, etc.

» En second lieu, on peut se demander la signification du résidu insoluble qui figure dans l'analyse pour près de 2 pour 100. J'ai toujours extrai les sels à analyser de portions d'eau parfaitement limpides. Cependant, en reprenant par l'eau distillée la masse cristalline, j'ai toujours constaté la

formation d'un trouble très visible. Celui-ci se dissout par l'addition d'une goutte d'acide azotique, et le liquide, après s'être éclairci subitement, se remplit de myriades de petites bulles gazeuses. En séparant ce résidu, on constate au microscope qu'il est entièrement formé de petits rhomboèdres incolores, mesurant $0^{mm},01$; il consiste en carbonate de chaux magnésifère.

» Cette observation très imprévue est à rapprocher de la cristallisation abondante de dolomie parfaitement caractérisée qui s'est spontanément développée dans les bouteilles renfermant l'eau de la Haute Plate-forme sous la forme de rhomboèdres mesurant $0^{mm},07$ de dimension moyenne. Ces cristaux sont très actifs sur la lumière polarisée et présentent souvent des franges fines parallèles à leurs contours. On y distingue des inclusions nombreuses, les unes sphériques, sans doute gazeuses, les autres aciculaires, noires et opaques. Avec eux sont des granulations ocreuses à structure singulière, qui paraissent avoir pour origine des corps organisés. »

GÉOLOGIE. — *Sur une nouvelle situation des roches nummulitiques de Biarritz.* Note de M. DE FOLIN, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Les roches nummulitiques de Biarritz disparaissent sous les sables de la Chambre d'amour, non loin de leur principal gisement. On les retrouve dans l'Adour, aux Casquets, puis quelques pointements se rencontrent autour du village du Boucau et près du village d'Esbouc. De nouveau, elles disparaissent sous les sables des Pignadas, et l'on n'a, jusqu'à présent, trouvé à terre aucune autre de leurs traces.

» Nos dragages dans la fosse de Cap Breton nous ont procuré des preuves que les massifs rocheux qui forment les parois de cette profonde dépression étaient, eux aussi, des roches nummulitiques, et c'est là que s'arrêtaient, pour le moment, les limites connues du gisement dans cette direction. Deux dragages, exécutés par 70^{m} de profondeur entre le Vieux-Boucau et le phare de Contis, nous ont ramené des nummulites désagrégées et des fragments des grès qui les contiennent. On peut donc dire que sur ce fond se trouve un prolongement de la chaîne de roches de cette nature, qui s'y décompose, les spécimens rapportés ne pouvant y avoir été amenés de la fosse de Cap Breton par les courants, qui portent précisément en sens contraire, se dirigeant du nord au sud. On peut donc aussi considérer la limite du gisement comme reculée de quelques milles au nord. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur l'importance et la durée de la période pliocène, d'après l'étude du bassin du Roussillon; nouveaux documents pour la faune de Mammifères pliocènes de ce bassin.* Note de M. **Ch. Depéret**, présentée par M. Albert Gaudry.

« De récentes discussions en France et à l'étranger ont remis en question la limite précise à établir entre le terrain miocène et le pliocène. Tandis que la plupart des paléontologistes allemands et, en Angleterre, M. Lydekker, préfèrent rattacher au pliocène inférieur l'horizon de Pikermi, du mont Léberon, de Maragha, etc., beaucoup de paléontologistes français et, en Angleterre, M. Boyd Dawkins pensent que les animaux de cet âge ont plus de rapports avec le monde miocène qu'avec les êtres des temps pliocènes.

» J'ai, pour ma part, une tendance à adopter cette dernière opinion, en faveur de laquelle MM. Gaudry et Boyd Dawkins ont invoqué des arguments paléontologiques d'une très grande valeur. J'ai pensé qu'il ne serait pas inutile de faire intervenir dans la question un argument d'un autre ordre, tiré de l'importance peut-être un peu méconnue du terrain pliocène et de la longue durée probable de son dépôt.

» Le bassin de Perpignan est, au point de vue géologique, un coin de terre italienne égarée sur le territoire de la France. Le terrain pliocène y présente un développement tout à fait insolite sur le sol français. On voudra bien remarquer d'abord l'indépendance stratigraphique complète de ce terrain et des limons de l'âge de Pikermi, dont je n'ai trouvé aucune trace dans le bassin pliocène du Roussillon. En second lieu, la succession des couches pliocènes y est complexe, et leur formation a dû exiger des alternatives diverses dans les conditions du dépôt. Ainsi, la période pliocène a débuté par une phase de transports torrentiels violents, attestée par les graviers et les conglomérats grossiers qui se montrent à la base du système sur une épaisseur visible de plus de vingt mètres. Puis vient un dépôt de mer assez profonde, celui des argiles sableuses bleues à *Nassa semistriata*, analogues aux marnes subapennines de l'Italie. A ces argiles succèdent des dépôts de rivage et d'estuaire, qui sont des sables jaunes à *Ostrea cucullata* et à *Potamides Basteroti;* ils correspondent aux sables de l'Astésan et à ceux de la colline de Montpellier. L'épaisseur de ces dépôts marins n'est guère inférieure à une centaine de mètres.

» On remarquera que la superposition des sables de rivage sur des ar-

giles de mer profonde implique d'abord un affaissement, puis un exhaussement continu du sol sous-marin, mouvements qui ont dû s'effectuer d'une manière très lente.

» L'exhaussement du sol ayant ensuite continué à faire des progrès, on voit succéder aux formations marines un puissant ensemble, composé de limons et de graviers, d'origine fluvio-lacustre ou même semi-continentale, qui ont comblé tout le fond de la cuvette roussillonnaise. On ne peut manquer d'être frappé du temps considérable qu'il a fallu à ces limons pour se rassembler, si l'on songe que, dans le centre du bassin, à Perpignan, on peut les étudier sur une épaisseur visible de 60^m au-dessus de la vallée, et que, de plus, les sondages artésiens pratiqués dans cette dernière ville n'ont atteint les couches marines inférieures à ces limons qu'à la profondeur de 150^m.

» Or la faune de Mammifères qui a été enfouie dans ces limons, et jusque dans leurs zones les plus élevées, présente un cachet d'ancienneté incontestable, si on la compare aux faunes pliocènes de l'Auvergne et du Val d'Arno. J'ai dû classer cette faune de Perpignan à côté de celle des sables de Montpellier, dans le pliocène moyen ou *astien*. Après cette faune est venue celle de Perrier, puis celle de Saint-Prest, que l'on doit rattacher au pliocène supérieur. Ce dernier étage n'est guère représenté en Roussillon que par les alluvions fluviatiles des plateaux, qui sont dépourvues de fossiles et correspondent au premier creusement des vallées roussillonnaises. Une pareille succession de faunes et de changements orographiques n'a pu se faire d'une manière brusque. Il me semble dès lors que le terrain pliocène, grâce à sa puissance et à son indépendance stratigraphique des autres terrains tertiaires, constitue par lui-même un terme géologique important, même sans l'adjonction des couches dites *messiniennes* ou de l'horizon de Pikermi. Si la période pliocène ne saurait prétendre à une durée égale à celles des périodes éocène ou miocène, je pense qu'elle doit néanmoins être considérée comme une phase de premier ordre dans la division des temps tertiaires.

» Je ne saurais laisser passer l'occasion de cette Note sans signaler, parmi les précieux matériaux que le Dr Donnezan recueille avec le plus grand zèle dans les limons pliocènes de Perpignan, la présence de trois Mammifères qui n'y avaient pas encore été rencontrés :

» 1° Un petit Rongeur du groupe des *Lagomys*, voisin des *L. Meyeri* d'Œningen et *Corsicanus* des brèches de Corse;

» 2° Une demi-mandibule d'un petit Ours (*Ursus etruscus* Cuv.) se rap-

prochant des Ours pliocènes de Montpellier, de l'Auvergne et du Val d'Arno, et remarquable par la forme de ses prémolaires et de sa carnassière, qui diffèrent de celles des grands Ours actuels et quaternaires pour marquer quelque tendance vers la dentition des Chiens et spécialement de l'*Amphicyon* miocène;

» 3° Un Singe de la taille d'un fort Magot, indiqué par un fragment de mandibule du côté gauche, qui montre en place les quatre dernières molaires. Je rapporte ce Singe à l'espèce de Montpellier désignée par Gervais sous le nom de *Semnopithecus monspessulanus* ou de *Macacus priscus*, dont il ne m'a paru différer que par une taille un peu plus forte. La disposition des mamelons dentaires, qui ont une tendance à former des tubercules arrondis plutôt que des crêtes transverses régulières, me porte à rapprocher ce Singe des Macaques indiens (*Macacus*) plutôt que des Semnopithèques. L'espèce du Roussillon diffère du *Macacus florentinus* Cocchi, du Val d'Arno, par la forme du talon de la dernière molaire qui est simple au lieu d'être bifide. »

M. **Albert Gaudry**, après avoir donné communication de la Note de M. *Depéret*, rappelle qu'il a récemment présenté à l'Académie une Note dans laquelle il donnait les raisons paléontologiques qui le portent à continuer de ranger le terrain de Pikermi et du Léberon dans le miocène supérieur. Il vient de visiter les environs de Perpignan sous la conduite de M. Depéret; il a pu y vérifier avec lui l'importance du terrain pliocène. Il a vu aussi ce terrain en Italie, notamment auprès de Sienne et dans le Val d'Arno. Il croit qu'il forme un ensemble assez imposant pour qu'il ne soit pas nécessaire de lui rattacher l'étage de Pikermi.

M. **Hébert** partage complètement l'opinion de M. Gaudry sur l'âge des couches de Pikermi. Ces couches appartiennent bien au miocène et non au pliocène. La limite entre les deux terrains est partout très nette en Europe. Ils se distinguent, d'ailleurs, l'un de l'autre à la fois par les caractères paléontologiques, comme l'a dit M. Gaudry, et par les caractères stratigraphiques. Un changement considérable dans la distribution des terres et des mers s'est effectué entre les deux époques. Plus on étudie cette question, plus on se fortifie dans l'opinion que le classement des couches de Pikermi et des autres gisements à *Hipparion gracile* et à *Dinotherium* dans le pliocène est tout à fait irrationnel.

PALÉONTOLOGIE. — *Des Reptiles et des Poissons trouvés dans les grottes de Menton (Italie)*. Note de M. **Émile Rivière**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Dans mes précédentes Communications sur les débris des animaux qu'on trouve dans les grottes de Menton, j'ai étudié successivement : 1° les *Invertébrés* (Annélides, Mollusques et Polypes); 2° les *Vertébrés*, et parmi ces derniers les Mammifères et les Oiseaux. Il me reste, pour terminer ce qui a rapport à cette faune, à parler aujourd'hui des Reptiles et des Poissons. C'est le but de cette dernière Note.

» Les premiers ont été étudiés avec M. le Dr Brocchi; les seconds avec M. le Dr Sauvage, ancien aide-naturaliste au Muséum d'Histoire naturelle de Paris.

» Reptiles. — Les ossements de Reptiles que j'ai trouvés proviennent de Batraciens anoures. Ils appartiennent aux genres *Bufo* et *Rana*.

» *Genre Bufo*. — Les os (humérus, fémurs, péronés et tibias) sont des plus remarquables par leur grande taille, et, quoique présentant une grande analogie avec ceux du *Bufo vulgaris*, ils s'en distinguent cependant par des dimensions bien plus considérables. Les différences sont telles que, si l'on compare, par exemple, la longueur de la patte, on trouve $0^m,168$ pour le *Bufo* des grottes de Menton et $0^m,132$ seulement pour celui qui vit actuellement en France (taille moyenne). Le *Bufo* de Menton peut donc être considéré comme une race disparue, que l'on ne retrouve plus que dans les cavernes des temps quaternaires, comme dans celle de Lunel-Viel, par exemple, décrite autrefois par Marcel de Serres; de là le nom de *Bufo vulgaris spelæus* que je propose de lui donner.

» *Genre Rana*. — Les os de *Rana* sont aussi des humérus, des radius, des cubitus, des fémurs et des os de jambe. Ils présentent une similitude parfaite, ainsi que M. Brocchi l'a fait remarquer, avec ceux de la *Rana temporaria*. Leurs dimensions sont identiques. Cette *Rana* a déjà été trouvée dans d'autres cavernes, et, dans son *Traité de Paléontologie*, Pictet l'indique comme recueillie « dans les terrains diluviens ».

» Poissons. — Les Poissons présentent plusieurs particularités curieuses. Ainsi il est très bizarre de constater que des peuplades quaternaires vivant dans des cavernes situées au bord même de la Méditerranée n'aient, pour ainsi dire, presque jamais pêché de poissons de mer, si l'on en juge

d'après les très rares débris qu'ils en ont laissés dans leurs foyers d'habitation, tandis qu'ils ramassaient des quantités énormes de coquillages marins. A quelle cause faut-il rattacher cette rareté des os de poissons méditerranéens quand le poisson d'eau douce, sur une cinquantaine de pièces, en compte à lui seul plus de quarante, représentées par des vertèbres et par quelques mâchoires? C'est ce qu'il me paraît actuellement encore bien difficile de pouvoir expliquer.

» Quoi qu'il en soit d'une cause qui m'échappe, toujours est-il que je n'ai trouvé, comme débris de poissons provenant de la Méditerranée, que dix ossements à peine, parmi lesquels se trouvent six pièces anatomo-pathologiques, six hyperostoses provenant d'un Sciénoïde, *Sciæna aquila* ou Maigre, d'après l'étude que j'en ai faite il y a quelques années ([1]). Les autres poissons méditerranéens sont le *Labrax lupus* ou Loubine, représenté par une mâchoire, et le Thon (*Thynnus*), représenté par un rayon branchiostège.

» Une petite vertèbre peut être considérée comme provenant d'un poisson de l'ordre des Cycloïdes malacoptérygiens apodes, soit d'une espèce marine comme le Congre ou Anguille de mer, soit d'une espèce d'eau douce comme l'Anguille de nos fleuves.

» Enfin, les autres pièces osseuses appartiennent aux genres *Salmo* (Saumon) et *Trutta* (Truite). Elles sont représentées par un certain nombre de vertèbres dont la plupart ont été percées pour être portées, comme un très grand nombre des coquilles trouvées dans les mêmes grottes.

» Or, de la présence de vertèbres de Saumon dans les cavernes de Menton, c'est-à-dire d'un poisson qui n'existe pas dans la Méditerranée et qui n'a jamais été vu dans les fleuves qui viennent s'y décharger, nous devons conclure soit à des migrations assez lointaines des habitants de nos grottes, soit à des échanges avec d'autres peuplades vivant dans des régions où elles étaient à même de pêcher ce genre de poisson, peuplades vivant sur les rives de l'Océan ou sur les rives des fleuves qui y déversent leurs eaux. Ces émigrations ou ces échanges sont un fait que nous avions déjà signalé à l'occasion de la découverte de certaines coquilles, dont l'origine était fort lointaine, quelques-unes d'entre elles ne pouvant pro-

---

([1]) *De quelques hyperostoses de poissons trouvées dans les grottes quaternaires de Menton, en Italie* (*Association française pour l'avancement des Sciences. — Congrès de Montpellier*, 1879).

venir que des environs de Valognes (Manche). L'existence de vertèbres de Saumon dans les grottes de Menton confirme donc ce que nous disions dans la Note que nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie le 5 juillet dernier.

» Quant à la Truite, son aire géographique était tout autre et bien plus facilement abordable par les habitants des grottes de Menton. Nous la retrouvons encore aujourd'hui dans certains torrents descendant des montagnes et se jetant dans la Méditerranée, à des distances relativement peu considérables de nos grottes, notamment dans ceux qui viennent grossir de leurs eaux la Bevera, la Roya, la Vésubie, etc.

» J'ajoute que j'ai trouvé dans les foyers de l'une des cavernes un petit fragment de roche renfermant une dent d'un *Strophodus* chondroptérygien de la famille des Cestraciontes.

» En résumé, des études successives que nous avons communiquées à l'Académie sur la faune des grottes de Menton, il résulte que les restes d'animaux que nous avons recueillis dans ces cavernes dépassent : pour les *Vertébrés*, le chiffre énorme, et peut-être unique jusqu'à présent, de 800 000 *pièces* (os, dents, cornes et bois), et pour les *Invertébrés* celui de 39 000 *pièces;* soit un chiffre total de 840 000 *pièces*.

» Les animaux dont ces restes proviennent appartiennent à 282 *espèces différentes,* ce qui nous paraît également un nombre considérable, et peut-être unique aussi, pour une seule et même habitation de l'homme quaternaire.

» Enfin, j'ajouterai, en terminant, que ces 282 espèces se décomposent de la manière suivante :

» 1° Vertébrés : 111 espèces, dont 60 *Mammifères*, 2 *Reptiles,* 42 *Oiseaux* et 7 *Poissons*.

» 2° Invertébrés : 171 espèces, dont 1 *Annélide,* 168 *Mollusques* et 2 *Polypes*. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la tempête du* 8 *décembre* 1886. Note de M. **Fron**, présentée par M. Mascart.

« La dépression barométrique qui a accompagné la bourrasque du 8 décembre 1886 est une des plus importantes parmi celles qui se sont fait sentir en France depuis la création du service météorologique par Le Verrier, c'est-à-dire depuis trente ans.

» Au centre des tempêtes qui traversent les parages de l'Angleterre, et dont nous subissons aussi l'influence, le baromètre descend quelquefois à 730^{mm}, 720^{mm}, 710^{mm}; un minimum inférieur à 700^{mm} est tout à fait exceptionnel. Le 8 décembre, la pression a baissé jusqu'à 696^{mm}, au nord de Liverpool (dans la station de Barrow in Furness, près de Stonyhurst).

» Cette tempête a suivi d'ailleurs la route habituelle. Elle aborde, le 8 au matin, le nord de l'Irlande, avec un minimum barométrique de $700^{mm},5$; elle se dirige vers l'est-sud-est et traverse la mer d'Irlande en se creusant davantage (minimum de $696^{mm},2$). Le 9, elle est au milieu de la mer du Nord; le 10, au sud de la Norwège dont elle remonte les côtes dans les journées du 11 et du 12.

» Dès le 8 au matin, les vents soufflent avec violence sur toutes les côtes d'Angleterre, des Iles Britanniques et de la France, leur direction étant réglée par la loi ordinaire. Le 8, à 6^h du soir, les cartes météorologiques mettent nettement en évidence ce qu'on appelle l'*œil de la tempête*, car, dans les environs de Nairn, Aberdeen, Luth, Adrossan, le vent est faible, quoique le baromètre soit au-dessous ou voisin de 703^{mm}.

» D'après les correspondances de la Grande-Bretagne, la côte sud d'Angleterre est couverte d'épaves; à l'intérieur, et surtout en Irlande, les dégâts sont énormes. Des orages avec chutes de foudre ont accompagné l'ouragan. Quant aux sinistres maritimes, il est impossible de les évaluer : plusieurs des canots de sauvetage eux-mêmes ont été perdus avec les hommes qui les montaient.

» J'ajouterai que nous avons été assez heureux pour faire hisser les cônes de tempête dans nos sémaphores deux jours à l'avance.

» On ne peut guère comparer cette tempête qu'à celle du 26 janvier 1884, sur laquelle j'ai publié une étude dans le *Bulletin mensuel du Bureau Central Météorologique,* et dont la trajectoire était à une latitude un peu plus élevée. J'avais estimé le minimum de pression, d'après les observations à heures fixes, à 696^{mm}; mais un travail plus étendu, présenté par M. Marriott à la Société météorologique de Londres, a montré que le minimum avait atteint $694^{mm},2$ à Orchtertyre, près de Crieff.

» M. Marriott pense que c'est là le point le plus bas auquel soit descendu le baromètre sur les Iles Britanniques; il cite les pressions suivantes comme les plus remarquables :

Le 31 décembre 1885, à Hoy Lowlight (Orcades)......	$701^{mm},8$
Le 7 janvier 1839, à Aberdeen......................	703,3
En 1852, à Culloden................................	710,6

» Toutefois, le centre de ces tempêtes passe généralement dans le nord des Iles Britanniques, de sorte que le baromètre descend beaucoup moins aux latitudes plus basses. Ainsi les plus faibles pressions à Londres, relevées par M. Marriott, ont été

	mm
Le 25 décembre 1821	711,7
Le 29 janvier 1814	717,0
Le 13 janvier 1843	717,8

» A Paris, d'après M. Renou, la plus grande dépression signalée dans les registres de l'Observatoire a été de 713mm,2 (soit environ 719mm au niveau de la mer) le 24 décembre 1821. Il résulte en outre des recherches de M. Renou que, dans la région de Paris, le baromètre, réduit au niveau de la mer, n'est descendu à la hauteur de 730mm que sept fois dans les cent dernières années. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Le fœhn et son origine cosmique.* Note de M. **Ch.-V. Zenger**. (Extrait.)

« On a émis deux hypothèses principales, pour expliquer l'origine du vent impétueux du sud. MM. Escher de Linth et Martins lui ont attribué une origine saharienne : suivant eux, l'âge de glace serait dû à l'absence de ce vent, à l'époque de la submersion du Sahara sous la mer. Dove a prouvé, contrairement à l'opinion de ces savants et de leur successeur Wild, qu'il est impossible que ce vent provienne du Sahara; suivant lui, il faudrait en chercher l'origine dans l'océan Atlantique. M. Hann, sans exprimer une opinion définitive, soutient, comme Dove, qu'il est impossible de chercher l'origine du fœhn dans le Sahara; il montre que le haut degré de sécheresse y est plus ou moins accidentel, et produit par le contact plus ou moins long avec les pentes méridionales des Alpes. La différence des baisses dans la mer Méditerranée et dans l'océan Atlantique aurait pour effet, d'après M. Hann, de rendre le fœhn du nord toujours moins fort que celui du sud. .... Cette explication n'est pas admise par M. Hébert, qui applique au fœhn la théorie cyclonique de M. Faye. C'est, à mon avis, un pas énorme vers la solution de la question du fœhn, mais non pas encore le dernier.

» En tenant compte du principe, énoncé par moi, du parallélisme des grandes perturbations, ne doit-on pas admettre que le fœhn, une fois re-

connu comme un mouvement cyclonique, ne peut être que lié aux deux principales causes des perturbations atmosphériques, des orages électriques et magnétiques, savoir : les perturbations solaires et les perturbations produites par les essaims périodiques des étoiles filantes. La différence énorme de potentiel électrique entre l'électricité solaire et celle de la Terre, et aussi entre celle des nuages cosmiques qui traversent l'atmosphère et celle de la Terre, doit donner naissance à des décharges continuelles, produisant des trombes électriques, etc. ....

» J'ai comparé, dans des Tableaux dressés avec soin, les jours de fœhn en Suisse, de 1856 à 1873, avec les dates des passages des essaims d'étoiles filantes, les jours de perturbations solaires (période de 12,6 jours) et ceux des aurores boréales. J'en ai rapproché également les mouvements séismiques observés, les chutes des bolides remarquables et les éruptions volcaniques.

» L'inspection de ces Tables m'a conduit aux remarques suivantes :

» 1° Les époques de fœhn de force extraordinaire se répètent dans les différentes années aux mêmes jours et mois.

» 2° Dans les mêmes mois, les périodes sont à peu près de treize jours.

» 3° Les fœhns impétueux sont à peu près toujours accompagnés de chutes d'étoiles filantes abondantes.

» 4° Ils sont accompagnés très souvent d'aurores boréales, de fortes tensions électriques dans l'atmosphère et de forts courants terrestres.

» 5° Les dates sont également très rapprochées des époques de perturbations solaires.

» 6° Les mouvements séismiques accompagnent souvent les fœhns : c'est ce qu'on observe en 1855, en 1879, en 1880.

» En résumé, je crois pouvoir conclure que les décharges de l'électricité cosmique vers la Terre produisent les trombes électriques : c'est ainsi que prennent naissance les cyclones qui sont, par leur mouvement descendant, l'origine du fœhn, des aurores boréales, des orages électriques et magnétiques, des courants terrestres et des mouvements séismiques qui accompagnent les tempêtes dangereuses. La chute des poussières témoigne également de l'origine cyclonique du fœhn. Sans ce mouvement tourbillonnaire, il serait très difficile d'expliquer le transport de ces poussières à des distances considérables. »

M. **G. Darboux** présente, au nom de M. *N. Bougaieff*, professeur à l'Université de Moscou, trois Ouvrages de Mathématiques, écrits en langue russe.

Le premier, portant le titre de *Théorie des dérivées numériques*, a pour objet l'étude des propriétés de diverses fonctions numériques et, en particulier, du symbole $E(x)$, où E désigne le plus grand nombre entier non supérieur à x.

Le second, intitulé *Quelques applications de la théorie des fonctions elliptiques à la théorie des fonctions discontinues*, a été publié en 1884. Il se rattache aux articles si nombreux où M. Liouville a donné, sans aucune démonstration, un grand nombre de formules générales relatives à la théorie des nombres.

Le troisième Ouvrage, *les Principes généraux du calcul* $E\varphi(x)$ *à une seule variable indépendante*, a été publié aussi en 1884, et son savant auteur l'a dédié à la mémoire de Leibnitz, dont le nom est si populaire en Russie, en commémoration, dit-il, de l'anniversaire des deux cents ans écoulés depuis la découverte du Calcul infinitésimal en 1684. Ce dernier et important travail contient les bases d'un nouveau genre de calcul, où l'on décompose toute fonction holomorphe en une partie entière et une partie fractionnaire, en considérant isolément ces deux parties. M. Bougaieff indique les rapports de ses nouvelles théories avec les calculs déjà employés en Analyse et, plus particulièrement, avec la théorie des résidus de notre illustre Cauchy.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 décembre 1886.

Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures, publiés sous l'autorité du Comité international par le Directeur du Bureau. Extrait de la 1re Partie du T. V. Paris, Gauthier-Villars, 1886; in-4°.

Annuaire statistique de la ville de Paris; Ve année, 1884. Paris, G. Masson, 1886; gr. in-8°.

Annales de l'École nationale d'Agriculture de Montpellier; T. II, 2e année, 1886. Montpellier; C. Coulet, 1886; gr. in-8°. (Présenté par M. F. Perrier.)

Théorie et construction de l'appareil hélicoïdal des arches biaises; par J. DE LA GOURNERIE, rédigées par M. E. LEBON. Paris, Gauthier-Villars, 1887; in-4°, texte et planches.

Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris; par M. G. BIGOURDAN. Première Thèse : *Sur l'équation personnelle dans les mesures d'étoiles doubles.* Deuxième Thèse : *Propositions données par la Faculté.* Paris, Gauthier-Villars, 1886; in-4°. (Présenté par M. Mouchez.)

Mémoire sur les trépanations préhistoriques; par M. DE NADAILLAC. Paris, Impr. nationale, 1886; br. in-8°. (Extrait des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres.*) (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Recherches sur la perception de la lumière par les myriapodes aveugles. — De l'absence de mouvements respiratoires perceptibles chez les Arachnides; par FÉLIX PLATEAU. Paris et Gand, 1886; 2 br. in-8°.

Expériences sur la conductibilité électrique des gaz et des vapeurs ; par le Prof. J. LUVINI. Turin, Paravia, 1886; br. in-8°.

Relazione sulla cultura dei cotoni in Italia, seguita da una Monografia del genere Gossypium, *compilate da* A. TODARO. Roma, Molina; Palermo, Visconti, 1877-78; 1 Vol. in-8°, avec Atlas in-f°.

Hortus botanicus Panormitanus, sive plantæ novæ vel criticæ quæ in horto botanico Panormitano coluntur, descriptæ et iconibus illustratæ, auctore A. TODARO. Panormi, F. Lao, 1878-1883; in-f°.

Description and illustrations of the myoporinous plants of Australia; by Baron F. VON MUELLER. II : *Lithograms.* Melbourne, J. Ferres, 1886; in-4°. (Deux exemplaires reliés.)

Index-Catalogue of the library of the Surgeon-General's Office United States army. Vol. VII : *Insignarès-Leghorn.* Washington, Government printing Office, 1886; gr. in-8° relié.

Astronomical and meteorological observations made during the year 1882, *at the United States Naval Observatory.* Washington, Government printing Office, 1885; in-4° relié.

War department. Corps of Engineers U. S. army. Report upon the third international geographical Congress and Exhibition at Venice, Italy, 1881, etc. Washington, Government printing Office, 1885; in-4° relie.

The american Ephemeris and Nautical Almanac for the year 1889. Washington, Bureau of Navigation, 1886; in-8° relié.

United States Commission of fish and fisheries. Part XI. *Report of the commissioner for* 1883. Washington, Government printing Office, 1885; in-8° relié.

Annual Report of the geological Survey of Pensylvania for 1885. Harrisburg, 1886; in-8° relié.

Memoirs of the Boston Society of natural History; Vol. III, n°s XII et XIII. Boston, 1886; 2 livr. in-4°.

Transactions of the Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters; Vol. VI, 1881-83, Madison, Wisconsin, 1886; in-8°.

Proceedings of the Davenport Academy of natural Sciences; Vol. IV, 1882-1884. Davenport, Iowa, 1886; in-8°.

Washington observations for 1883. Appendix I et II. Washington, Government printing Office, 1886; 2 livr. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 DÉCEMBRE 1886,

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉODÉSIE. — *Addition à la Note du 6 décembre, sur les conditions de forme et de densité de l'écorce terrestre;* par M. Faye.

« Sans vouloir prolonger la discussion à laquelle j'ai été convié par M. de Lapparent et qui, dans le cours d'une année presque entière, a parcouru les phases les plus variées, je crois devoir ajouter quelques explications sur le phénomène de la compensation entre les continents et les mers. C'est à elle qu'est due la persistance de la figure ellipsoïdale primitive du globe terrestre.

» Il est de fait, et ce fait, résultat des travaux de ce dernier demi-siècle, est capital pour la Géologie aussi bien que pour la Géodésie, que le soulèvement des continents et l'affaissement du fond des mers n'ont pas altéré cette figure. Mais si, au lieu de considérer l'ensemble, on examine les détails, on reconnaît que la figure mathématique du globe (le géoïde) offre, par rapport à l'ellipsoïde théorique, une multitude de petits écarts, de bos-

sèlements locaux. M. Andrae a montré récemment, en s'appuyant sur les calculs du colonel Clarke, que ces courtes ondulations n'affectent aucune loi et ne s'élèvent qu'*à quelques pouces ou quelques pieds danois*.

» C'est qu'en dehors des grandes difformités de la croûte solidifiée qui vont presque d'un bout à l'autre du globe en se compensant, la surface de cette croûte, sur les continents ou au fond des mers, est parsemée d'aspérités, de saillies, de dépressions (collines, montagnes, vallées) ou même d'injections, actuellement masquées, de matériaux de densité exceptionnelle, lesquelles ne peuvent être l'objet d'une compensation. Ce sont elles qui déterminent les petites ondulations du géoïde par rapport à l'ellipsoïde théorique.

» On sait, par exemple, que les attractions du *Shehallien*, en Écosse, et de l'*Arthur Seat*, près d'Édimbourg, sont très sensibles et ont été mises en évidence par des opérations à la fois géodésiques et astronomiques où la Géologie a joué un rôle important. Ces attractions, dis-je, sont sensibles, bien que l'ensemble des îles Britanniques n'influe pas d'une manière appréciable sur la figure du globe. De même la grande pyramide d'Égypte (je ne cite cet exemple que pour mieux faire saisir ma pensée), dont l'érection dans la plaine de Gyzeh n'a certes pas modifié la figure générale de la Terre, donnerait pourtant, à un observateur placé tout près, sur ses flancs, une déviation sensible de la verticale, et, à son sommet, une légère augmentation de la gravité.

» Aussi, lorsque j'ai dit que le massif himalayen n'exerçait autour de lui aucune action, il faut entendre cela de la figure de la Terre; celle-ci n'est pas affectée par l'énorme exhaussement du continent asiatique. Mais il n'en serait plus de même des saillies, des montagnes superposées à ce continent. Tout près de ces montagnes, les Anglais ont trouvé des déviations notables. De même encore, il y a lieu de croire que le massif européen sur lequel s'élèvent les cimes des Alpes n'altère pas la figure du globe, tandis que les cimes elles-mêmes doivent produire et produisent en effet, d'après les calculs de M. Hatt, des déviations dans les verticales d'autant plus sensibles qu'on s'en rapproche davantage [1].

---

[1] Ce travail montre combien il serait utile de reprendre les opérations de longitude le long du parallèle moyen et le calcul d'une chaîne de triangles le long du méridien de Nice qui croise le premier par-dessus les Alpes. Ce qui manque aux belles opérations des Anglais aux Indes, c'est que, très probablement, on ne pourra jamais leur faire franchir les hauts plateaux de l'Asie.

» Pour bien saisir cette distinction délicate, il nous faut recourir aux notions géologiques et considérer deux phénomènes simultanés, intimement liés, distincts cependant, à savoir la formation des continents, et celle des chaînes de montagnes qui les traversent ou qui les bordent.

» Les géologues, négligeant l'intervention des mers dans le refroidissement du globe, ont toujours raisonné comme si la croûte solidifiée avait une épaisseur uniforme. Ils ont été conduits ainsi à expliquer les grandes déformations de cette écorce par les rides, plissements ou remplis qui devaient s'y faire, comme dans une enveloppe de drap, à mesure que cette étoffe ou cette écorce devenait trop ample pour s'adapter à la masse centrale sans cesse rétrécie. C'est là l'idée mère des deux systèmes qui ont partagé les géologues, celui d'Élie de Beaumont et celui de M. Lothian Green. Le premier assimile les chaînes de montagnes aux rides qui se produisent dans la peau d'une pomme, dont la pulpe interne s'est rétractée par dessèchement; il figurait l'ensemble de ces accidents par une sorte de dodécaèdre. L'auteur du second, plus préoccupé, avec raison, des grandes déformations géographiques que la première théorie n'explique pas, y voyait l'effet d'une enveloppe dont les flancs s'affaissent en prenant la figure géométrique (un tétraèdre) qui convient le mieux à un ballon dégonflé. Dans l'un et l'autre cas, dans le second surtout, il n'y aurait pas de compensation. Chaque continent, chaque bassin océanique, en un mot chaque arête du dodécaèdre ou chaque face du tétraèdre produirait dans le géoïde d'énormes altérations et aurait engendré, à la fin, l'informe sphéroïde à dépressions profondes qu'on a reproché naguère aux géodésiens de ne pas retrouver dans leurs mesures et dans leurs calculs sur la figure de notre planète.

» L'erreur de ces deux théories est dans la supposition d'une croûte d'épaisseur constante, comme la coquille d'un œuf, d'une enveloppe plastique régulière, susceptible de se plisser comme la peau d'une pomme ou de s'affaisser comme celle d'un ballon. Cette erreur capitale tient à la méconnaissance du rôle important que les mers ont joué dans le refroidissement du globe.

» Mais, quand on tient compte de ce mode de refroidissement dont plusieurs géologues acceptent aujourd'hui l'idée, on comprend que l'écorce solidifiée est loin d'avoir partout même épaisseur, même résistance, et d'exercer partout la même pression. Seulement il doit y avoir, dans les phénomènes géologiques qui en résultent sur notre globe, une particularité importante sans laquelle la réaction sous-continentale se réduirait à faire bomber plus ou moins régulièrement les parties faibles de l'écorce terrestre. Cette particularité consiste en ce que cette écorce a été, presque dès l'ori-

gine, divisée en fragments par un phénomène de retrait. Certaines lignes de rupture, imparfaitement soudées, subsistent encore; il en résulte que les continents ne sont pas soulevés comme une enveloppe continue, mais par des mouvements de bascule entr'ouvrant ici et refermant ailleurs certaines brisures originaires. Dès lors la poussée interne a dû faire surgir, précisément en ces points faibles, avec une force irrésistible, des matériaux à l'état pâteux qui ont formé les chaînes de montagnes, soit en travers, soit sur les bords des continents, d'après la distribution des premières fractures.

» C'est en se prêtant aux forces considérables qui tendent à maintenir la figure de notre planète que ces mouvements variés ont abouti, à toute époque, à la compensation constatée par la Géodésie, tout en permettant à l'écorce solide de prendre une forme si singulière présentant, comme l'ont fait remarquer les géographes, de grandes arêtes obliques aux méridiens et séparées par des bassins fort inégaux. Seulement cette compensation s'applique, je le répète, à l'ensemble et non aux détails. Les saillies extérieures ou les injections à grande densité, qui ont pu se produire aux lignes de rupture, y échappent, au moins en partie. Il en est de même du relief produit sur les continents par les érosions, ou au fond des mers par les dépôts, et ce sont là les causes des anomalies multiples du géoïde, pareilles aux ondes qui se croisent à la surface d'une nappe d'eau sans en altérer la planitude générale.

» Sans doute, il sera souvent difficile de déterminer, dans une contrée très accidentée, l'étendue des saillies et des dépressions dont il convient de calculer l'attraction pour en corriger les verticales ou les gravités déterminées par le géodésien, ainsi que l'ont fait les Anglais dans leurs vastes travaux. Cette théorie de la compensation en est encore à ses débuts; mais, avec l'aide de la Géologie, les géodésiens parviendront à la compléter, et c'est là, à mon idée, une des questions vitales de l'avenir. »

PHYSIQUE. — *Sur la phosphorescence de l'alumine.* Note de M. **Edmond Becquerel**.

« J'ai démontré, dès 1859 ([1]), que l'alumine était une des matières les plus curieuses à examiner dans le phosphoroscope, en raison de la netteté et en même temps de la vivacité des actions qu'elle manifeste, que la

---

([1]) *Ann. de Chimie et de Physique,* 3e série, t. LVII, p. 50 (1859); et *La lumière, ses causes et ses effets,* t. I, p. 338.

matière soit amorphe, fondue ou cristallisée. La lumière émise est rouge et, analysée au spectroscope, elle se compose de lignes caractéristiques que j'ai indiquées à cette époque.

» L'alumine précipitée et imparfaitement calcinée donne souvent une émission de lumière verdâtre; mais, en la calcinant de nouveau à haute température entre 1200° et 1400°, elle présente ensuite l'émission de lumière rouge, peut-être en raison d'une déshydratation qui n'était pas suffisante la première fois.

» J'avais montré également que les substances mélangées à l'alumine pouvaient influer sur l'intensité de la lumière émise et que, sous ce rapport, l'oxyde de chrome présentait une action bien manifeste; ainsi, par exemple, les rubis naturels ou artificiels rouges ou violacés sont plus lumineux que les corindons blancs, quoique donnant la même composition de lumière émise.

» M. Lecoq de Boisbaudran a présenté à l'Académie, dans la séance du 6 décembre dernier ([1]), une Note d'après laquelle il résulterait que l'alumine précipitée et très pure ne donnerait pas de lumière rouge étant excitée par des décharges électriques dans le vide, et que cette alumine, additionnée de $\frac{1}{10000}$ d'oxyde de chrome, ferait apparaître la lumière rouge. Il avait cru pouvoir déduire de son observation que la lumière rouge caractéristique ne serait pas due à l'alumine, mais proviendrait de la présence du chrome dans cette matière. Les expériences suivantes, faites avec les produits mêmes que M. Lecoq de Boisbaudran m'a remis obligeamment, conduisent à une conclusion opposée, et cela conformément à mes anciennes recherches.

» Quelques fragments de cette alumine considérée comme pure ayant été fixés sur une lame de mica avec un peu de gomme, puis placés dans un phosphoroscope et excités au moyen d'un arc électrique, ont donné une émission de lumière rouge, très faible il est vrai et moins intense que la lumière émise par l'alumine additionnée de chrome et soumise à la même influence. Mais, après avoir fait calciner cette alumine pure pendant un quart d'heure dans un creuset en porcelaine placé dans un fourneau à gaz alimenté à l'air comprimé, j'ai reconnu qu'elle devenait vivement lumineuse et rouge dans le phosphoroscope et autant que l'alumine contenant du chrome. Il me semble résulter de là que M. Lecoq de Boisbaudran, dans ses essais, n'avait pas suffisamment fait calciner les matières sur lesquelles

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CIII, p. 1107

il avait opéré; car, si ce n'était pas l'alumine qui était douée du pouvoir de phosphorescence rouge, il faudrait admettre que, pendant la calcination dans la porcelaine, il s'est introduit du chrome dans la matière, ce qui n'est pas probable.

» Du reste, à cette occasion, j'ai repris quelques-unes de mes anciennes expériences : j'ai préparé de l'alumine au moyen de la calcination de l'alun ammoniacal, aussi pur que possible, et j'ai reconnu, comme antérieurement, que cette alumine, bien lavée et suffisamment calcinée, donnait toujours dans le phosphoroscope, étant excitée par un foyer électrique, l'émission de lumière rouge caractéristique; par conséquent, comme je l'avais dit et ainsi que cela se passe pour le carbonate de chaux et d'autres substances, la présence d'une matière étrangère, le chrome, peut bien augmenter la vivacité de la lumière émise par l'alumine dans certaines conditions, mais celle-ci, préalablement calcinée quand elle n'est pas anhydre, et lorsqu'on la prépare aussi pure que possible, donne toujours la même émission de lumière rouge par phosphorescence dans le phosphoroscope.

» Je dois à cette occasion faire quelques remarques, relativement aux différents procédés employés pour l'étude de l'émission lumineuse des corps en vertu de leur action propre à la température ordinaire; dans le phosphoroscope, on ne peut voir les corps que si l'émission lumineuse, après l'influence du rayonnement, a une certaine durée, mesurée par la vitesse de rotation des disques de l'appareil; mais, comme les corps actifs peuvent émettre à la fois des rayons lumineux dont les durées sont différentes et plus courtes que celle mesurée par la rotation des disques, on ne peut percevoir ces rayons qu'au moment où la lumière agit sur les corps, c'est-à-dire, suivant les cas, soit au moyen de la lumière ultra-violette, soit, ainsi que je l'ai montré pour la première fois [1], à l'aide des décharges ou effluves électriques dans le vide; dans ces dernières conditions, on a les effets lumineux que l'on a nommés *effets de fluorescence* et qui ne diffèrent des autres que par leur durée. Il résulte de là que les effets présentés par les corps excités à l'aide de ces divers moyens ne sont pas les mêmes; en outre, dans le cas de l'effluve électrique, les corps peuvent recevoir l'influence de rayons beaucoup plus réfrangibles que ceux donnés par la lumière solaire concentrée ou même par la lumière de l'arc électrique

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique,* 3e série, t. LV, p. 92 (1859).

agissant à distance, et peut-être ces corps se trouvent-ils aussi directement excités par les décharges électriques elles-mêmes.

» Bien plus, l'effluve électrique dans le vide excite différemment les corps suivant le degré de vide, et telle substance ne donne aucun effet dans un vide insuffisant qui brille dans un vide plus parfait, tandis qu'une autre est lumineuse dans le premier cas et donne moins de lumière dans le second; cependant l'une et l'autre sont excitées vivement dans le phosphoroscope. Il peut donc se faire que l'effluve, agissant sur des mélanges de substances, excite différemment chacune des substances contenues dans les mélanges, tandis que l'influence lumineuse dans le phosphoroscope se fait sentir en même temps sur les substances mélangées. De là une différence entre les phénomènes lumineux observés en suivant ces deux méthodes d'expérimentation ([1]).

» Ainsi les effets observés dans le phosphoroscope sont plus simples, mais ne peuvent être obtenus avec tous les corps; ceux observés dans le vide au moyen de l'effluve électrique sont beaucoup plus complexes; mais néanmoins, en analysant avec un spectroscope la lumière émise, on peut déduire de cette analyse des conclusions intéressantes quant à la nature des substances qui deviennent ainsi des sources lumineuses à la température ordinaire. »

OPTIQUE. — *Sur quelques dispositifs permettant de réaliser, sans polariser la lumière, des photomètres biréfringents.* Note de M. **A. Cornu.**

« Lorsqu'on reçoit dans un analyseur un faisceau de lumière polarisée, on sait que l'intensité du faisceau émergent varie avec l'azimut de l'analyseur suivant la loi du cosinus carré ou loi de Malus. Cette propriété est mise à profit pour les mesures photométriques dans un certain nombre

---

([1]) M. Crookes (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, p. 557; 1881), dont la plupart des observations faites avec l'effluve électrique dans le vide ont confirmé celles que j'avais faites antérieurement avec le phosphoroscope, a cité l'exemple d'un rubis qui émettait une lumière verdâtre sous l'influence de l'effluve électrique dans le vide, quoique la lumière analysée au spectroscope donnât une trace de la ligne rouge caractéristique. Tous les autres rubis ou corindons qu'il a pu étudier émettaient la lumière rouge que j'ai indiquée. Il admet que la lumière rouge de l'alumine caractérise ce corps à l'état libre, la teinte verte pouvant être due à un arrangement moléculaire particulier ou à une combinaison de l'alumine.

d'appareils : il suffit, en effet, pour mesurer l'intensité relative de deux plages A, B, de dédoubler leurs images A, B, A', B' par un cristal biréfringent, de manière que les images à comparer B, A' soient contiguës et polarisées à angle droit. En observant ces deux images B, A' avec un analyseur, mobile sur un cercle divisé, on trouve toujours un azimut qui les égalise et qui permet de calculer le rapport de leurs intensités.

» La polarisation du faisceau ne présente aucun inconvénient lorsque les sources à comparer émettent de la lumière *naturelle;* mais, lorsque la lumière émise est plus ou moins polarisée, la mesure photométrique devient complexe, parce que le cristal biréfringent, agissant lui-même comme analyseur, altère inégalement l'intensité des deux sources : il devient alors nécessaire, sous peine de graves erreurs, de déterminer préalablement, pour chaque source, la proportion de lumière polarisée ainsi que l'azimut de polarisation pour en corriger l'influence.

» Le cas où les faisceaux à comparer présentent une polarisation partielle sont beaucoup plus fréquents qu'on ne le supposerait au premier abord : si l'on examine, en effet, avec un polariscope délicat, tous les objets lumineux qui nous entourent, on reconnaît que la lumière émise ou réfléchie est presque toujours polarisée partiellement. Cette particularité oblige, avec les appareils photométriques fondés sur la double réfraction, à des opérations préalables étrangères au problème, pour déterminer les constantes polarimétriques des sources à comparer.

» Il était donc utile de rechercher des dispositifs permettant d'obtenir des doubles images, d'intensité variable suivant une loi connue, sans recourir à l'emploi de la lumière polarisée : j'y suis parvenu de plusieurs manières, sans sortir des appareils les plus simples de l'optique géométrique.

Dispositifs appliqués a l'objectif des lunettes.

» *Premier dispositif.* — Plaçons devant l'objectif d'une lunette, mais sans le couvrir entièrement, une glace légèrement prismatique, limitée par un bord rectiligne; l'image focale d'un objet quelconque (par exemple d'un petit rectangle blanc sur fond noir, placé suffisamment loin) sera dédoublée : l'une des images sera l'image directe, l'autre sera l'image réfractée déviée d'un petit angle égal à $A(n-1)$, A étant l'inclinaison des deux faces de la glace et n l'indice moyen de réfraction du verre employé.

» Les intensités relatives de ces deux images varieront suivant qu'on fera glisser plus ou moins la lame prismatique parallèlement à l'objectif, car, d'après la loi découverte par Bouguer (*Traité d'Optique*, p. 35; 1760),

l'intensité de l'image focale est proportionnelle à la fraction de surface de la lentille qui concourt à la former; or l'une des images provient du segment libre de l'objectif, l'autre du segment couvert par la lame prismatique : la somme des deux segments étant constante, la somme des deux intensités est constante également, par suite les *intensités sont complémentaires*.

» La vérification expérimentale est immédiate; si les deux images empiètent l'une sur l'autre, on voit, quand on déplace le prisme sur l'objectif, l'intensité des deux images varier en sens inverse, mais rester fixe sur la partie commune. C'est donc, sans polarisation, la reproduction du phénomène des cristaux biréfringents, la loi du cosinus carré étant remplacée par celle du rapport des segments superficiels de l'objectif.

» Ce rapport des segments est facile à calculer d'après la position du bord rectiligne de la lame : une table numérique, facile à construire, donne, pour chaque position du bord, le rapport des intensités (1).

» *Deuxième dispositif.* — Le dispositif qui vient d'être décrit exigerait une correction pour tenir compte de l'absorption de la lame prismatique. Cette correction serait facile à déterminer par une expérience préliminaire ou par certaines observations croisées.

» On l'élimine d'une manière plus sûre en rendant l'appareil symétrique par l'addition d'une seconde lame prismatique de même angle, placée bord à bord avec la première et déviant les faisceaux en sens inverse. Les deux images sont symétriquement constituées et le rapport de leurs intensités est, sans aucune correction (2), mesurée par le rapport des segments superficiels de l'objectif.

» Les deux lames prismatiques doivent être découpées dans une même lame pour posséder la même transparence et le même poli (3) : le verre employé à les construire doit être peu dispersif pour que les images ne présentent pas de déviation appréciable : le crown-glass remplit cette condi-

---

(1) Cette table varie avec la forme qu'on donne au contour de l'objectif : dans le cas du contour circulaire, elle équivaut à celle qui a été calculée par M. Obrecht pour l'étude des éclipses des satellites de Jupiter (*Annales de l'Observatoire*, t. XVIII, p. H.76).

(2) Il faut toutefois éviter les cas où l'un des segments serait par trop étroit : l'image correspondante serait déformée par diffraction, ce qui entraînerait une erreur appréciable.

(3) Il est utile d'avoir une série de ces doubles prismes, produisant des déviations croissant de 5′ en 5′, afin de donner aux images l'écartement le plus favorable aux mesures.

tion d'une manière satisfaisante tant que l'angle des faces ne dépasse pas 25′ à 30′ : si l'on voulait obtenir de plus grandes déviations ou appliquer aux images de forts grossissements, il serait utile d'achromatiser ces lames prismatiques.

» *Remarque.* — Au lieu d'opérer le dédoublement des images par réfraction, on pourrait l'opérer par réflexion, en plaçant devant l'objectif un ou mieux deux miroirs contigus, inclinés d'un angle convenable. Le rapport des intensités des images serait toujours celui des segments de l'objectif concourant à la formation de chaque image. Ce dispositif, inférieur au précédent à plusieurs égards (la réflexion peut altérer les intensités des sources lorsqu'elles sont polarisées), lui est supérieur à d'autres points de vue, en particulier par l'achromatisme rigoureux, par la possibilité de changer à volonté la distance des deux images et surtout de comparer des sources angulairement très éloignées : il pourrait donc dans certains cas être employé avantageusement.

» *Troisième dispositif.* — On peut supprimer les pièces accessoires, miroirs ou prismes, en utilisant l'héliomètre de Bouguer, lequel a même l'avantage de donner aux images un dédoublement variable à volonté. Cet appareil, composé de deux demi-objectifs, est employé dans les observatoires à la mesure angulaire de deux astres voisins A, *a* : l'instrument peut donner aux images dédoublées la disposition A A′*aa*′. Il est facile alors de mesurer le rapport des intensités des images contiguës A*a*′ [1] : il suffit de diminuer progressivement par un écran opaque la surface du demi-objectif qui fournit l'image la plus intense, A′ par exemple : on en diminue ainsi l'éclat jusqu'à le rendre égal à celui de *a*. Le rapport des surfaces utilisées donne le rapport cherché des intensités [2].

---

(1) L'application de l'héliomètre à la photométrie astronomique se présente naturellement : je serais bien étonné qu'elle n'ait pas été déjà faite dans quelque observatoire pour la comparaison des éclats de deux étoiles voisines, surtout si l'une d'elles était variable.

(2) L'identité d'effet que produisent l'héliomètre et l'objectif avec prismes n'est pas fortuite; on peut montrer qu'au point de vue géométrique les deux dispositifs sont équivalents. En effet, sur la surface plane d'une lentille plan-convexe appliquons un prisme d'angle A très petit : la lentille restera plan-convexe et sensiblement de même distance focale f, mais le foyer sera déplacé transversalement d'une distance $f\,A(n-1)$: on ramènerait le foyer à la position primitive en déplaçant transversalement la lentille de la même quantité, mais en sens inverse. Donc l'addition du prisme équivaut à un déplacement de la lentille.

» Il est inutile d'insister sur les observations croisées qui permettent d'éliminer diverses erreurs, ni sur la forme à donner aux écrans pour faciliter les calculs ou pour atténuer les effets de diffraction.

DISPOSITIFS APPLIQUÉS AU FOYER DES LUNETTES.

» L'addition de lames prismatiques ou de miroirs, si simple lorsqu'il s'agit d'objectifs de petit diamètre, entraînerait des difficultés pratiques sérieuses et une dépense considérable si on voulait l'appliquer à de grands objectifs.

» La disposition héliométrique entraîne une difficulté de même ordre : elle évite, il est vrai, l'emploi de pièces additionnelles, mais elle exige le sciage d'un objectif, opération qu'on hésitera toujours à effectuer sur un objectif de choix ayant de grandes dimensions.

» Or, dans les études d'Astronomie physique, c'est à ces grands objectifs surtout qu'il importe d'appliquer des appareils photométriques : on y parvient en transportant au foyer de l'objectif les dispositifs indiqués précédemment ; les descriptions succinctes qui vont suivre suffiront à faire comprendre le principe de ces *oculaires photométriques*.

» 1° *Dispositif appliqué à l'anneau oculaire réel.* — L'anneau oculaire (sauf dans la lunette de Galilée) étant l'image réelle de l'objectif, si l'on place dans le plan de cet anneau deux lames prismatiques divisant la surface de cet anneau en deux segments variables, l'œil placé en arrière verra les images focales de la lunette dédoublées et variables en intensité dans le rapport des segments superficiels.

» Le dispositif, sous cette forme simple, ne serait pas très précis, parce que l'ouverture de la pupille ne dépasse pas 5^{mm} à 6^{mm}, mais on doit cependant le citer, pour l'appliquer aux cas où l'oculaire serait employé comme projecteur ou amplificateur ; on pourrait alors rendre l'anneau assez grand pour obtenir une précision suffisante. L'adjonction dans le plan focal principal d'un écran à deux fenêtres convenables ferait de l'appareil un photomètre applicable aux projections du Soleil et des planètes, et spécialement à la photographie.

» 2° *Dispositif appliqué à un anneau oculaire intermédiaire.* — Remplaçons l'oculaire astronomique par un système rappelant l'*oculaire terrestre à quatre verres*. On sait qu'il existe entre le premier et le second verre une image réelle de l'objectif : plaçons dans ce plan la double lame prismatique mobile sur une échelle divisée, et l'on aura réalisé un *oculaire photométrique* applicable à une lunette quelconque.

» En réalité, ce n'est pas l'oculaire à quatre lentilles simples qu'on doit employer, mais cette combinaison optique, bien connue, rend un compte suffisant de l'appareil définitif qui sera décrit prochainement.

» 3° *Dispositif appliqué à un oculaire héliométrique.* — Si dans l'oculaire terrestre on remplace le deuxième verre (celui qui renverse l'image réelle de la lunette astronomique) par une lentille coupée suivant un diamètre, on obtient l'oculaire à double image bien connu; supposons, en outre, que le foyer du premier verre soit choisi de manière que l'image de l'objectif (ou anneau oculaire intermédiaire) tombe exactement sur la lentille coupée, on aura réalisé la disposition photométrique de l'héliomètre : en effet, deux écrans opaques mobiles sur des échelles divisées permettront de modifier à volonté la surface des deux moitiés de la lentille et, par suite, l'intensité des deux images.

» La plupart de ces dispositifs ont été étudiés sur des appareils d'essai : des instruments définitifs sont actuellement construits ou en cours d'exécution. J'aurai l'honneur de les présenter à l'Académie avec une description plus détaillée lorsqu'ils auront fourni les résultats qu'on est en droit d'attendre de leur fonctionnement. »

THERMODYNAMIQUE. — *Remarques au sujet des Notes de M.* Hugoniot, *insérées aux « Comptes rendus » des* 15 *et* 22 *novembre;* par M. **G.-A. Hirn.**

« M. Hugoniot a fait paraître récemment aux *Comptes rendus* et aux *Annales de Chimie et de Physique* (t. IX, novembre 1886) divers travaux dans lesquels il prend à partie mes expériences sur l'écoulement des gaz, soit pour en utiliser les nombres, soit pour discuter et rejeter mes conclusions.

» Bien que l'appréciation de ces critiques, à leur valeur réelle, soit très facile et qu'elle ait peut-être été faite déjà par plus d'un physicien un peu attentif, mon silence, en présence d'exposés faits dans deux publications répandues et autorisées, pourrait paraître une espèce d'acquiescement tacite. Ma réponse, toutefois, sera très concise.

» I. Dans notre *Compte rendu* du 15 novembre, M. Hugoniot donne une équation indiquant le temps qu'il faut pour remplir un réservoir, de volume connu, d'abord vide, dans lequel l'air se précipite sous une charge constante. Puis il introduit dans cette équation les données *totales* qu'il re-

lève dans mes expériences, et montre qu'il existe un accord remarquable entre les durées calculées et les durées observées. Un pareil accord semble justifier d'une façon péremptoire l'exactitude des équations. C'est pourtant le contraire qu'en fait sortir une discussion attentive.

» A l'aide d'une équation bien connue de Thermodynamique, il est facile de montrer que de l'air à 0° et à $0^m,76$ de pression, qui se précipite dans un réservoir parfaitement vide d'abord, atteindrait, lorsque l'équilibre des pressions externes et internes s'est établi, la température d'environ 112°, *si les parois du réservoir ne lui enlevaient pas de chaleur*. Ces parois, toutefois, de quelque matière qu'elles soient, enlèvent de la chaleur au gaz : la température finale ne peut donc être de 112°. D'un autre côté, les parois, supposées à 0°, n'enlèvent pas assez vite cette chaleur pour donner au gaz leur propre température. Le gaz finalement se trouve donc *au-dessus de* 0° et *au-dessous de* 112°. Dans l'état actuel de nos connaissances, il est absolument impossible de savoir, même approximativement, quelle est la température intermédiaire réelle à laquelle arrive l'air dans chaque cas. Il est pourtant de toute évidence que le temps qu'il faut pour remplir le réservoir vide dépend directement de cette température. Il est, en un mot, à tout jamais impossible de vérifier, même approximativement, l'exactitude des équations donnant ce temps. Par les mêmes raisons, il est tout aussi impossible de vérifier l'exactitude des équations qui donnent le temps nécessaire pour vider, avec une contre-pression constante, un réservoir contenant un gaz comprimé, qui se détend jusqu'à une pression donnée.

» Dans mes expériences, la durée totale du remplissage du réservoir vide se trouvait en outre modifiée, par suite d'un détail de construction sur lequel je n'ai pas eu à m'arrêter. Cette durée était toujours faussée en plus, et en beaucoup plus. Par deux raisons différentes, l'une générale, l'autre particulière à mon appareil, une équation qui concorde avec mes nombres est donc nécessairement fausse elle-même.

» II. Dans le travail donné aux *Annales de Chimie et de Physique,* M. Hugoniot se livre à une réfutation en règle de toutes les conclusions que j'ai tirées de mes expériences sur l'écoulement de l'air dans le vide. A mon grand étonnement, cependant, il m'a été impossible de trouver dans cette critique quelque chose qui, de loin même, ressemble à une vérification physique, faite d'après des principes plus solides que ceux que j'ai appliqués. Les nombres que M. Hugoniot oppose aux miens, quant aux vitesses du fluide, quant aux sections des orifices, sont calculés tout comme les miens, sans que rien absolument prouve, *a priori,* que l'un des calculs soit plus

juste que l'autre. Je pourrais donc ici, très légitimement, passer outre. Mais une remarque se présente naturellement; elle est trop singulière pour que je m'en abstienne.

» Pour l'une de mes expériences, où l'air était à 8° et à $10^{m},1617$ de pression, M. Hugoniot fixe à $309^{m},5$ la vitesse maxima de la veine gazeuse.

» En théorie cinétique, la vitesse des particules de l'air sec à 0° est de 485^{m}; à 8° cette vitesse s'élèverait à 492^{m}. Un réservoir plein d'air à 8° étant, par un orifice quelconque, mis en rapport avec un espace vide, il n'y a aucune raison imaginable pour que les particules de l'air, par ce seul fait qu'elles sont libres de cheminer désormais en ligne droite dans le vide, prennent *spontanément* une vitesse plus petite ou plus grande que 492^{m}. M. Clausius, dont M. Hugoniot invoque par deux fois l'autorité (¹), s'est bien gardé de nier cette assertion, évidente de justesse; il s'est borné à dire que j'ai mal mesuré les vitesses. Il est maintenant bien clair que, si l'équation de vitesse de M. Hugoniot était correcte, si la vitesse limite $309^{m},5$ répondait à la réalité, la théorie cinétique se trouverait de fait réfutée de par l'analyse même. C'est ce qu'on pourrait appeler une réfutation *a tergo*. Mais je passe outre.

» M. Hugoniot, à plusieurs reprises, cherche à montrer que la pression dans une veine gazeuse, loin de tomber à celle du réservoir de raréfaction, reste à une limite constante

$$p_x = 0,522 p_0,$$

dès que la contre-pression p_1 descend au-dessous de la valeur $p_1 = 0,522 p_0$. La donnée analytique sur laquelle repose cette loi fait nécessairement partie intégrante de toutes les autres équations de l'auteur.

» J'ai montré expérimentalement que cette limite de pression n'existe pas ; j'ai publié mes résultats deux fois dans ces *Comptes rendus* (²). Faute d'avoir tenu compte des faits, M. Hugoniot a laissé subsister dans ses équations une faute fondamentale. Il est facile, en effet, de voir qu'on doit arriver à une erreur énorme en partant d'une pareille limite pour calculer la vitesse de l'air qui se jette dans le vide. Je me hâte de le dire, toutefois, je suis loin de conclure de là que cette vitesse puisse devenir infinie,

---

(¹) Voir *Comptes rendus* du 28 juin, p. 1545; et *Annales de Chimie et de Physique,* t. IX, nov. 1886, p. 376.

(²) Numéros du 28 juin et du 9 août.

comme l'indiquent les équations employées autrefois et sur lesquelles, faute de mieux, je m'étais appuyé moi-même pendant quelque temps. Je suis revenu, comme il convient, sur ce sujet, dans mon dernier travail (¹).

» Mon but essentiel a été, non, comme ont semblé le croire plusieurs auteurs, d'attaquer telle ou telle loi d'Hydrodynamique, mais de réfuter la théorie cinétique des gaz, que je considère comme une des erreurs les plus fatales de la Science moderne. En ce sens, je n'ai rien à retirer de ce que j'ai dit. L'argument que, *avec huit autres*, j'ai opposé à la théorie cinétique des gaz, subsiste dans toute sa force. La vitesse des particules d'air à zéro, qui se jettent dans le vide, est, en toute hypothèse, de beaucoup supérieure à 485^{m}. Et c'est tout ce qu'il suffit de prouver. »

ANTHROPOLOGIE. — *Observations à propos des « Recherches sur l'ethnographie et l'anthropologie des Somalis, des Gallas et des Hararis, de M. le Dr* Philipp Paulitschke »; par M. DE QUATREFAGES.

En offrant ce volume à l'Académie, de la part de l'auteur, M. de Quatrefages fait les observations suivantes :

« Dans l'état actuel de la Science, les populations à caractères mixtes présentent un intérêt tout spécial. Ce sont elles qui, en reliant les uns aux autres les types les plus éloignés, font comprendre combien étaient trop tranchées les distinctions d'abord établies entre les différents groupes humains. Elles nous renseignent, en outre, sur les résultats du croisement entre les représentants de ces types. A ce titre, les populations négroïdes des régions africaines orientales méritaient d'être étudiées avec soin. C'est ce que vient de faire M. le Dr Paulitschke.

» La partie ethnographique de ce livre m'a paru renfermer des détails très complets sur le genre de vie des populations dont s'occupe l'auteur. La constitution des tribus et des familles, la manière de se loger, de se vêtir, etc., y sont exposées, les traditions locales y sont rappelées, etc. Le côté linguistique n'a pas été oublié. L'ouvrage renferme des vocabulaires, des phrases courantes, la traduction de l'*Oraison dominicale* et d'un chapitre de l'*Évangile*.

(¹) *La Cinétique moderne et le Dynamisme de l'avenir*, etc. Paris, Gauthier-Villars, 1887.

» Quant aux caractères physiques, ils sont décrits d'après six individus regardés par l'auteur comme autant de types des trois races qu'il étudie. Une table de mensurations très détaillées fait connaître les proportions du corps. Elle est accompagnée de remarques comparatives sur les traits caractéristiques de la face, sur la couleur de la peau et des cheveux, sur la température du corps, le nombre des pulsations et des respirations, etc. En outre, trente photographies de grand modèle reproduisent les traits de plusieurs individus, la plupart représentés de face et de profil.

» La réunion de ces documents permet de se faire une idée juste de ces populations. Il est évident que, dans leur ensemble, elles résultent d'un croisement fort ancien entre la race nègre et la race blanche, représentée surtout par les Sémites africains. Chez ces métis, il y a tantôt fusion, tantôt juxtaposition des caractères. Ainsi, chez plusieurs individus, le haut de la figure appartient au type blanc, tandis que le bas du visage et surtout la bouche et le menton reproduisent à un haut degré le type noir.

» La chevelure nègre est un des traits qui persistent le plus dans ces races mêlées. Je ne trouve qu'une ou deux jeunes filles chez lesquelles elle semble être seulement bouclée. Chez tous les autres individus, elle est courte et crépue. L'un d'eux même présente la disposition *en grains de poivre* (*Pl. VIII*), regardée comme caractérisant au plus haut degré la chevelure nègre.

» La peau, d'un noir brunâtre chez les Somalis, s'éclaircit chez les Gallas et les Hararis. Mais, pour si foncée qu'elle soit chez les premiers, elle n'exhale jamais l'odeur forte et rebutante si universellement signalée chez les Nègres africains. C'est encore là un fait de juxtaposition des caractères.

» En somme, l'ouvrage de M. le D[r] Paulitschke renferme des renseignements précis importants sur ces peuplades, qui commencent à fixer sérieusement l'attention; il ajoute beaucoup à ce que nous avaient appris ses prédécesseurs, entre autres M. Revoil, et il sera certainement accueilli avec une juste faveur par les anthropologistes. »

MÉMOIRES LUS.

ZOOLOGIE. — *Considérations sur les Poissons des grandes profondeurs, en particulier sur ceux qui appartiennent au sous-ordre des* Abdominales. Note de M. **Léon Vaillant.**

« Le classement des collections ichtyologiques rassemblées dans la dernière campagne de dragages du *Talisman* étant aujourd'hui assez avancé, je crois devoir présenter à l'Académie le résultat de ces premières recherches. Ces études sont basées sur l'examen d'un nombre considérable d'individus, puisque, dans cette seule campagne, il n'a pas été capturé moins de 3800 poissons, parfois en abondance dans un même dragage, 931 par exemple dans le dragage CX, parmi lesquels 780 *Hymenocephalus italicus,* Gigl. Si l'on a égard en même temps aux recherches faites à l'étranger par MM. Günther, Gill, Cope, Goode et Bean, les observations sont assez multipliées pour permettre d'espérer qu'on puisse en déduire quelques conclusions relatives à la biologie et à la répartition de ces Vertébrés marins.

» Sans insister sur la spécialisation de cette faune ichtyologique, soit pour les espèces, soit pour les genres, spécialisation qui se retrouve ici comme dans les autres embranchements, il est d'un intérêt plus général de chercher à reconnaître comment les groupes de degré supérieur y sont représentés.

» Sur les six sous-classes qui composent le groupe des Poissons, deux seulement se trouvent dans les grandes profondeurs. Les Ganoïdes, les Dipnées, les Leptocardiens font défaut et les Cyclostomiens ne peuvent être cités que pour mémoire, car ils ne descendent pas au delà de 500^{m} à 600^{m}; encore sont-ils rarement pris, quoique leur organisation et leur genre de vie les placent parmi les êtres que la drague et le chalut doivent le plus facilement recueillir.

» Les Élasmobranches et les Téléostéens sont en réalité les véritables habitants des régions abyssales. Les premiers paraissent relativement exister en petit nombre, même en faisant la part de la moindre étendue du groupe en espèces, cependant ils se rencontrent sur certains points en grande abondance, comme le prouve la pêche spéciale de Sétubal. Pour ces Poissons, également bien doués au double point de vue des organes des sens et des organes locomoteurs, les engins, dont on est obligé de se

servir à bord des grands bâtiments, ne sont pas convenables pour les prendre : ils doivent leur échapper facilement. Cependant, quelques individus pêchés sur les côtes du Soudan par des profondeurs de 600^{m} et 1400^{m} prouvent qu'ils existent sur ces points. Chose assez singulière, les Élasmobranches des grandes profondeurs appartiennent surtout au groupe des Squales : on peut en citer neuf espèces; les Raies au contraire, poissons de fond par excellence dans les régions supérieures, sont beaucoup plus rares.

» Les Téléostéens, plus abondamment recueillis, présentant d'ailleurs des types diversifiés, nous fournissent des données plus étendues. Ici encore la faune abyssale ne paraît emprunter ses habitants qu'à un petit nombre de groupes. Ainsi l'ordre des Chorignathes seul est représenté, les Lophobranches et les Plectognathes sont essentiellement de surface ou ne descendent qu'à de très faibles profondeurs. Les quatre sous-ordres en lesquels on partage les premiers sont eux-mêmes représentés d'une manière fort inégale. Ainsi, au delà de 500^{m}, les Acanthoptérygiens, qui cependant comprennent à eux seuls près du tiers des espèces connues dans l'ensemble de la classe, deviennent tout à fait exceptionnels et ceux que l'on rencontre appartiennent, pour la plupart, à des types anormaux : tels sont le *Melanocetus Johnsonii* Günt., du groupe des Pectorales pédiculées, les différentes espèces du genre *Notacanthus*.

» Les Apodes paraissent plus abondants, surtout en ayant égard au petit nombre de types spécifiques que renferme ce sous-ordre, mais c'est surtout parmi les *Abdominales* et les *Anacanthini* que se place l'immense majorité des Poissons bathyoikésites.

» Les premiers de ceux-ci, à l'étude desquels je bornerai aujourd'hui cette revue, offrent l'intérêt de nous montrer combien ils sont largement représentés dans les zones profondes par des animaux regardés comme aberrants et connus, jusqu'à ces dernières recherches, par un très petit nombre de types. En groupant, comme je l'ai indiqué dans un autre travail, les différentes familles du sous-ordre des *Abdominales* autour des grands types Silure, Cyprin, Saumon, Brochet et Clupe, on voit que ces poissons, dans les faunes profondes, appartiennent surtout à des familles établissant passage des uns aux autres : tels sont les *Scopelidæ*, lien entre les Cyprins et les Brochets, et, remplissant le même rôle à la fois entre ces deux derniers et les Saumons, les *Sternoptychidæ* réunis aux *Stomiatidæ*. Si l'on y ajoute les *Alepocephalidæ*, les *Halosauridæ*, les *Bathytrissidæ*, on trouve que, sur les vingt-six familles composant le sous-ordre, cinq seule-

ment seraient des grandes profondeurs, quelques-unes d'une manière exclusive (ces trois dernières par exemple), les autres, pour le plus grand nombre des espèces qui les composent.

» La famille des *Alepocephalidæ* est l'une de celles que les nouvelles explorations ont le plus enrichies. Il y a peu de temps encore elle renfermait une espèce unique; aujourd'hui on ne compte pas moins de six genres, car, aux trois nouvelles coupes introduites par M. Günther, les récoltes faites à bord du *Talisman* permettent d'en ajouter deux : le genre *Anomalopterus*, pour l'*Anomalopterus pinguis*, remarquable par la présence en avant de la dorsale rayonnée d'un long repli formant une adipeuse dans une situation inconnue jusqu'ici; le genre *Leptoderma*, pour le *Leptoderma macrops*, à forme très allongée, couvert d'une peau nue, peu adhérente, avec les nageoires impaires supérieure et inférieure très étendues. Les autres genres se sont également augmentés de types nouveaux : *Alepocephalus macropterus*, *Bathytroctes homopterus*, *B. melanocephalus*, *B. attritus*, *Xenodermichthys socialis*, à ajouter à ceux décrits par M. Günther et les auteurs américains, ce qui porte à plus d'une quinzaine le nombre des espèces actuellement connues dans cette famille.

» Il est à remarquer que la plupart de ces poissons ont leurs nageoires disposées d'une façon favorable pour une locomotion aisée et rapide; elles sont placées d'une manière analogue à ce qui existe chez le Brochet, où la dorsale et l'anale se trouvent reculées sur le pédoncule caudal, tronqué lui-même largement pour supporter une nageoire terminale normalement développée. Cependant ils ont été pris en grande quantité et dans de nombreux dragages; ainsi le *Xenodermichthys socialis* a été rencontré à sept reprises et, dans le dragage XCV, il n'y en avait pas moins de cent trente-trois individus. Toutefois, dans ces poissons de la faune profonde appartenant aux *Abdominales*, ce sont ceux que leur conformation peut nous faire regarder comme les moins agiles qui sont le plus souvent capturés, les *Halosaurus*, par exemple, dont le corps effilé, sans véritable nageoire caudale, ne doit pas pouvoir permettre une locomotion ni rapide ni prolongée; l'*Halosaurus Owenii* Johns. a été trouvé dans quinze dragages et l'*H. johnsonianus* dans treize. L'étude des *Anacanthini* montrerait des faits de même ordre. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Le cuivre, dans la récolte des vignes soumises à divers procédés de traitement du mildew par les composés cuivreux.* Note de MM. U. Gayon et Millardet.

(Renvoi à la Commission du mildew.)

« Nous avons rendu compte à l'Académie, il y a un an, du résultat de nos recherches sur la quantité de cuivre contenu dans les produits des vignes qui avaient été soumises au traitement du mildew par le mélange liquide de chaux et sulfate de cuivre (*bouillie bordelaise*). D'après ce travail, les raisins, ainsi que leurs moûts, ne renferment que des quantités extrêmement faibles de cuivre; quant aux vins, ils ne contiennent ce métal qu'à une dose infinitésimale, souvent moins de $\frac{1}{10}$ de milligramme par litre, et quelquefois pas la moindre trace.

» Ces résultats ont été confirmés par tous les chimistes qui se sont occupés de la question, MM. Müntz, Zacharewicz, Carles, Bolle, Ravizza, Crolas et Raulin, et d'autres encore.

» Nous avons voulu, cette année, étendre nos recherches aux principaux procédés de traitement par les composés cuivreux qui ont été essayés pendant la dernière campagne viticole, afin de savoir si tous ces procédés jouissent de la même innocuité que la bouillie bordelaise, au point de vue dont il s'agit. Les échantillons analysés ont été prélevés dans des conditions tout à fait comparables, le 1er octobre, dans un champ d'expériences institué par l'un de nous en Médoc, sur les propriétés de M. Nathaniel Johnston, qui a bien voulu nous prêter, comme l'année dernière, le concours le plus éclairé et le plus bienveillant.

» Le Tableau qui suit montre que, si la nature du traitement et le nombre de ses applications ont le plus souvent une influence sur la quantité de cuivre contenu dans les raisins et les moûts, ils semblent n'en avoir aucune sur celle du cuivre qui reste dans le vin après la fermentation :

Nos d'ordre.	Nature du traitement.	Traitement unique. Cuivre en milligrammes par kilogr. de raisin.	par litre de moût.	par litre de vin.	Traitements répétés. Cuivre en milligrammes par kilogr. de raisin.	par litre de moût.	par litre de vin.
1.	Bouillie bordelaise avec chaux grasse....	2,6	1,7	0,07	5,9	4,2	0,10
2.	Id. avec chaux maigre...	3,5	2,6	0,06	12,6	11,8	0,10
3.	Id. avec chaux grasse et colle.............	3,4	3,6	0,25	6,0	5,8	0,30
4.	Eau céleste (procédé Audoynaud)......	0,2	0,0	0,45	2,4	2,3	0,01
5.	Solution de sulfate de cuivre à ½ pour 100.	1,6	1,3	0,03	1,9	2,1	0,01
6.	Id. à 1 pour 100.	2,2	1,7	0,60	1,9	2,0	0,08
7.	Id. à 2 pour 100.	1,7	1,1	0,35	1,8	1,5	0,01
8.	Id. à 3 pour 100.	2,6	3,0	0,20	2,4	1,7	0,10
9.	Id. à 4 pour 100.	5,3	3,5	0,20	2,1	1,3	0,01
10.	Mélange pulvérulent de sulfate de cuivre et de chaux (poudre David)..........	3,1	2,0	0,06	6,5	6,3	0,15
11.	Poudre Podechard....................	1,5	1,1	0,08	4,8	3,3	0,20
12.	Mélange pulvérulent de sulfate de cuivre et de plâtre........................	2,7	1,4	0,15	9,7	3,6	0,15
13.	Sulfostéatite..........................	2,2	1,4	0,10	9,8	3,2	0,08
14.	Sulfatine.............................	3,0	2,4	0,07	5,0	3,4	0,05

» Dans notre Note de l'année dernière, nous nous étions préoccupés surtout de la recherche du cuivre dans les vins de première cuvée et dans les moûts. Il était important cependant d'étudier au même point de vue les vins de presse, les vins de sucre et les piquettes normales ou aigries par accident. Nos recherches actuelles combleront, nous l'espérons, une lacune qui était d'autant plus sensible que tous ces produits divers de la vigne ont pris une importance plus considérable dans l'alimentation de la population ouvrière de nos contrées viticoles.

» Les analyses auxquelles nous nous sommes livrés, dans cette seconde série de recherches, ont porté sur près de cinquante échantillons, provenant de divers points du sud-ouest de la France. Cette circonstance donne au résultat obtenu un caractère de généralité suffisant pour qu'il nous soit permis de regarder la question de l'innocuité des traitements du mildew par le cuivre comme résolue définitivement, et dans le sens le plus favorable.

» Le détail de ces analyses sera publié dans le compte rendu du Congrès national viticole de Bordeaux; nous n'en donnerons ici que le résumé :

Nature des produits.		Nombre d'échantillons analysés.	Cuivre, en milligrammes par litre de liquide. maximum.	minimum.
Vins de première cuvée	blancs	5	1,0	moins de 0,01
	rouges	11	2,8	moins de 0,01
Vins de seconde cuvée (vins de sucre)		3	0,3	0,01
Vins de presse		5	1,7	0,05
Piquettes	normales	13	0,75	néant
	aigres	5	1,6	moins de 0,01

» Parmi les échantillons analysés, se trouvait un vin de presse qui ne figure pas au Tableau précédent, parce que sa teneur en cuivre atteignait un chiffre tout à fait inusité, à savoir 9^{mgr},5 par litre. Comme la vigne d'où provenait cet échantillon n'avait reçu aucun soufrage, nous pensons que c'est à cette circonstance qu'est due cette proportion exagérée de cuivre. Nous avons démontré, en effet, que le soufre resté adhérent aux raisins après les soufrages contribue puissamment à débarrasser les vins du cuivre dissous que contiennent toujours les moûts avant la fermentation, en déterminant la formation d'un sulfure de cuivre insoluble. Le tannin, et vraisemblablement d'autres substances encore, agissent dans le même sens que le soufre.

» Disons encore, en terminant, que l'état de clarification des vins et piquettes exerce la plus grande influence sur la quantité de cuivre que contiennent ces boissons. Lorsqu'elles sont limpides, la proportion de cuivre y est nulle ou infinitésimale; lorsqu'elles sont troubles, la quantité de ce métal y est un peu plus élevée; c'est ce qui arrive notamment pour les vins de presse, si difficiles à clarifier.

» Nous avons l'espoir que la présente Note pourra servir à résoudre les questions posées par M. le Ministre de l'Agriculture, dans sa lettre circulaire du 7 juin 1886 aux professeurs départementaux d'Agriculture. »

PHYSIQUE. — *Volume, chaleur totale, chaleur spécifique des vapeurs saturées.* Mémoire de M. **Ch. Antoine.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Resal, Cornu, Sarrau.)

« En adoptant, pour chaque vapeur, un zéro spécial et en comptant les températures θ, à partir de ce zéro, les produits pv (de la tension p

d'une vapeur saturée, par son volume v) sont donnés par la formule

$$pv = M\sqrt[3]{\theta};$$

les chaleurs totales, par l'expression

$$X = N\sqrt[3]{\theta} + L.$$

» Tels sont les faits que je me propose d'établir dans ce Mémoire.

» Il en résultera, comme conséquence, que la formule connue

$$m = \frac{d\lambda}{dt} + c - A(s' - s)\frac{df}{dt},$$

qui donne la chaleur spécifique des vapeurs saturées, se trouvera remplacée par la formule

$$\frac{N - 0,392\,M}{3\theta^{\frac{2}{3}}},$$

qui est d'un calcul plus simple. »

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries qui procèdent suivant les puissances d'une variable.* Note de M. STIELTJES, présentée par M. Hermite.

« Considérons une fonction

$$f(x) = \sum_0^\infty a_n x^n$$

dans l'intervalle $0 \leqq x \leqq 1$, la série étant convergente pour $x = 1$. On doit prendre, comme définition de $f'(1)$,

$$f'(1) = \lim \frac{f(1) - f(x)}{1 - x} \qquad (\lim x = 1).$$

Mais $f'(1)$ *n'existe pas nécessairement,* comme le montre l'exemple suivant. On a

$$\cos\left(\log\frac{1}{1-x}\right) = \sum_0^\infty b_n x^n,$$

$$\cos\left(\log\frac{1}{1-x}\right) = \sum_0^\infty c_n x^n.$$

» Je dis que les coefficients b_n, c_n deviennent infiniment petits. En effet,

$$\left(\frac{1}{1-x}\right)^i = \sum_0^\infty (b_n + c_n i)x^n :$$

donc

$$b_n + c_n^i = \frac{i(i+1)\ldots(i+n-1)}{1.2\ldots n},$$

$$b_n^2 + c_n^2 = \frac{1}{n^2}\left(1+\frac{1}{1^2}\right)\left(1+\frac{1}{2^2}\right)\cdots\left[1+\frac{1}{(n-1)^2}\right].$$

» On en conclut

$$|b_n| < \frac{1}{n}\sqrt{\frac{e^\pi - e^{-\pi}}{2\pi}}, \qquad |c_n| < \frac{1}{n}\sqrt{\frac{e^\pi - e^{-\pi}}{2\pi}},$$

$$\lim b_n = 0, \qquad \lim c_n = 0.$$

» Posons maintenant

$$f(x) = \sum_0^\infty a_n x^n,$$

où $a_n = c_n - c_{n-1}$. Alors on trouve, pour $x = 1$,

$$f(1) = \lim(a_1 + a_2 + \ldots + a_n) = \lim c_n = 0$$

et évidemment, pour $0 \leqq x < 1$,

$$f(x) = (1-x)\sin\left(\log\frac{1}{1-x}\right).$$

» Par conséquent

$$\frac{f(1)-f(x)}{1-x} = -\sin\left(\log\frac{1}{1-x}\right).$$

» Le sinus oscillant entre -1 et $+1$, on voit que $f'(1)$ n'existe pas.

» L'exemple

$$f(x) = \sqrt{1-x} = 1 - \frac{1}{2}x - \frac{1}{2.4}x^2 - \frac{1.3}{2.4.6}x^3 - \ldots$$

est plus simple; mais, dans ce cas, $\frac{f(1)-f(x)}{1-x}$ croît au delà de toute limite en restant constamment négatif. Il conviendrait alors, peut-être, de dire que la dérivée existe et que $f'(1) = -\infty$.

» Mais ici se pose maintenant une question délicate.

» Supposons que $f'(1)$ existe et ait une valeur finie, peut-on en con-

clure que

$$\lim f'(x)_{x=1} = f'(1)?$$

» Nous ne le savons pas. Nous n'avons pas rencontré un exemple qui eût montré que cela n'est pas vrai.

» En posant

$$s_k = \sum_k^\infty a_n,$$

on a

$$\frac{f(1)-f(x)}{1-x} = \sum_1^\infty s_n x^{n-1},$$

$$f'(x) = \sum_1^\infty n(s_n - s_{n+1}) x^{n+1}.$$

» Dans le cas où la série $\sum_1^\infty s_n$ est convergente, on a

$$\lim \frac{s_2 + 2s_3 + \ldots + ns_{n+1}}{n} = 0,$$

comme M. Kronecker vient de le démontrer ([1]).

» Or on trouve

$$\frac{f(1)-f(x)}{1-x} - f'(x) = (1-x)[s_2 + 2s_3 x + 3s_4 x^2 + \ldots]$$

et l'on en conclut, d'après une proposition de M. Fröbenius ([2]),

$$f'(1) - \lim f'(x)_{x=1} = 0.$$

Ainsi, lorsque la série $\sum_1^\infty s_n$ est convergente, la fonction $f(x)$ admet une dérivée qui est continue dans l'intervalle $0 \leqq x \leqq 1$. Mais il reste douteux, si cela reste vrai, sous la seule condition que $f'(1)$ existe.

» Remarquons que, réciproquement, lorsque $f'(x)$ tend vers une limite A pour $x = 1$, on peut en conclure

$$\lim \frac{f(1)-f(x)}{1-x} = f'(x) = A.$$

([1]) *Comptes rendus*, t. CIII, p. 980.
([2]) *Journal de Borchardt*, t. 89, p. 262.

Mais cela résulte déjà de la continuité de $f(x)$ et de la supposition relative à $f'(x)$ et ne constitue donc pas une propriété nouvelle, spéciale aux fonctions qui sont représentées par une série $\sum_0^\infty a_n x^n$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions abéliennes.* Note de M. **Appell**, présentée par M. Hermite.

« Dans une Lettre à M. Hermite ([1]), Jacobi démontre que les fonctions de deux variables à quatre paires de périodes qui résultent de l'inversion des intégrales ultra-elliptiques sont des *fonctions algébriques de fonctions d'une variable*. Depuis, il n'a été fait, à ma connaissance, aucune recherche sur le mécanisme par lequel se manifeste, dans ce mode d'expression, la quadruple périodicité des fonctions ultra-elliptiques. Voici sur ce sujet quelques remarques qui s'étendent aisément aux fonctions abéliennes d'un nombre quelconque de variables.

» D'après M. Weierstrass (*Journal de Crelle*, t. 89, p. 1), toute fonction méromorphe de deux variables u et v à quatre paires de périodes peut s'exprimer rationnellement à l'aide de trois fonctions de même nature

$$f_1(u, v), \quad f_2(u, v), \quad f_3(u, v),$$

liées par une équation algébrique irréductible. En particulier, les trois fonctions

$$f_1(u+u', v+v'), \quad f_2(u+u', v+v'), \quad f_3(u+u', v+v')$$

sont des fonctions rationnelles des fonctions f_1, f_2, f_3 aux arguments u, v et u', v'. Nous pouvons donc écrire, en désignant par $R_i(t_1, t_2, t_3; t'_1, t'_2, t'_3)$ une fonction rationnelle de $t_1, t_2, t_3, t'_1, t'_2, t'_3$,

$$(1) \quad \left\{ \begin{array}{l} f_i(u+u', v+v') \\ \quad = R_i[f_1(u, v), f_2(u, v), f_3(u, v); f_1(u', v'), f_2(u', v'), f_3(u', v')], \end{array} \right.$$

où

$$i = 1, 2, 3.$$

([1]) *Journal de Mathématiques*, t. VIII.

» Dans ces formules (1), faisons

$$u = x, \qquad v = 0, \qquad u' = 0, \qquad v' = y,$$

et désignons, pour abréger, par X_1, X_2, X_3 les trois fonctions $f_1(x, 0)$, $f_2(x, 0)$, $f_3(x, 0)$ qui dépendent de x seulement, et par Y_1, Y_2, Y_3 les trois fonctions $f_1(0, y)$, $f_2(0, y)$, $f_3(0, y)$ qui dépendent de y seulement. Nous aurons

$$(2) \qquad \begin{cases} f_1(x, y) = R_1(X_1, X_2, X_3; Y_1, Y_2, Y_3), \\ f_2(x, y) = R_2(X_1, X_2, X_3; Y_1, Y_2, Y_3), \\ f_3(x, y) = R_3(X_1, X_2, X_3; Y_1, Y_2, Y_3); \end{cases}$$

les trois fonctions f_1, f_2, f_3 sont ainsi exprimées en fonction rationnelle de six fonctions d'une seule variable.

» Voyons maintenant comment peut se manifester la quadruple périodicité de ces fonctions. Pour cela, désignons par α, β un groupe de périodes et voyons ce que deviennent les fonctions X_1, X_2, X_3 quand on y remplace x par $x + \alpha$, et les fonctions Y_1, Y_2, Y_3 quand on y remplace y par $y + \beta$. Si nous faisons, dans les formules (1),

$$u = x, \qquad u' = \alpha, \qquad v = 0, \qquad v' = 0,$$

elles donnent

$$f_i(x + \alpha, 0) = R_i[X_1, X_2, X_3; f_1(\alpha, 0), f_2(\alpha, 0), f_3(\alpha, 0)]$$

ou plus simplement, puisque $f_1(\alpha, 0)$, $f_2(\alpha, 0)$, $f_3(\alpha, 0)$ sont des constantes,

$$(3) \qquad f_i(x + \alpha, 0) = \varphi_i(X_1, X_2, X_3), \qquad (i = 1, 2, 3),$$

φ_i désignant une *fonction rationnelle* de X_1, X_2, X_3.

» On a de même

$$(4) \qquad f_i(0, y + \beta) = \psi_i(Y_1, Y_2, Y_3), \qquad (i = 1, 2, 3).$$

» Ainsi les fonctions X_1, X_2, X_3 de x deviennent égales à des expressions rationnelles en X_1, X_2, X_3 quand on y remplace x par $x + \alpha$; de même, les fonctions Y_1, Y_2, Y_3 deviennent égales à des expressions rationnelles en Y_1, Y_2, Y_3 quand on y remplace y par $y + \beta$. Cela posé, si, dans les formules (2), on change x en $x + \alpha$ et y en $y + \beta$, on trouve pour $f_i(x + \alpha, y + \beta)$ la valeur

$$R_i[\varphi_1(X_1, X_2, X_3), \varphi_2, \varphi_3; \psi_1(Y_1, Y_2, Y_3), \psi_2, \psi_3],$$

et cette valeur doit être égale à $f_i(x, y)$, c'est-à-dire à

$$R_i(X_1, X_2, X_3;\ Y_1, Y_2, Y_3).$$

» Donc la fonction rationnelle R_i des six quantités $X_1, X_2, X_3, Y_1, Y_2, Y_3$ ne change pas quand on y remplace $X_1, X_2, X_3, Y_1, Y_2, Y_3$ par les fonctions rationnelles $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \psi_1, \psi_2, \psi_3$ de ces mêmes quantités.

» *Remarque*. — Les fonctions X_1, X_2, X_3 de x sont liées par une relation algébrique; les fonctions Y_1, Y_2, Y_3 de y, par la même relation. La formule d'addition (1) montre que la fonction $f_i(x+x', 0)$ est une fonction rationnelle de $f_1(x, 0)$, $f_2(x, 0)$, $f_3(x, 0)$, $f_1(x', 0)$, $f_2(x', 0)$, $f_3(x', 0)$; la fonction $f_i(0, y+y')$ possède une propriété analogue. Nous avons envisagé plus haut le cas particulier dans lequel x' et y' forment un groupe de périodes, $x' = \alpha$, $y' = \beta$.

» L'application de ces considérations à des exemples et, en particulier, au cas limite des fonctions à trois ou deux paires de périodes fera l'objet d'un Mémoire détaillé. »

CINÉMATIQUE. — *Sur l'accélération angulaire*. Note de M. **Ph. Gilbert**.

« 1. Un corps solide étant mobile autour d'un point fixe O, je désigne par ω sa vitesse angulaire de rotation; par p, q, r les composantes de l'axe instantané $OI = \omega$ suivant trois axes rectangulaires Ox, Oy, Oz doués d'un mouvement quelconque autour de l'origine O; par α, β, γ les composantes de l'axe instantané $OS = o$ de la rotation du système $Oxyz$ suivant ces mêmes axes, et par λ_x, λ_y, λ_z celles de l'accélération angulaire λ du solide. Pour obtenir les valeurs de ces dernières, on peut utiliser une remarque ingénieuse de M. Resal (*Cinématique pure*, p. 224) et, considérant λ comme la vitesse du *pôle* I de la rotation du corps, écrire immédiatement les équations suivantes :

$$(1)\qquad \begin{cases} \lambda_x = \dfrac{dp}{dt} + \beta r - \gamma q, \\ \lambda_y = \dfrac{dq}{dt} + \gamma p - \alpha r, \\ \lambda_z = \dfrac{dr}{dt} + \alpha q - \beta p. \end{cases}$$

» Si le système de comparaison $Oxyz$ est en repos, $\alpha = \beta = \gamma = 0$; s'il est invariablement lié au solide, $\alpha = p$, $\beta = q$, $\gamma = r$; dans ces deux cas,

les composantes de λ prennent la forme simple et connue

$$\lambda_x - \frac{dp}{dt}, \qquad \lambda_y = \frac{dq}{dt}, \qquad \lambda_z = \frac{dr}{dt}.$$

» 2. Le même principe conduit aux formules du mouvement relatif du corps par rapport au système $Oxyz$; car, si p', q', r' sont les composantes de la rotation *relative* OI′ du corps suivant ces axes, les autres notations étant conservées, comme on a $v = p' + \alpha$, $q = q' = \beta$, $r = r' = \gamma$, on aura, par les équations (1),

$$(2) \qquad \left\{ \begin{aligned} \lambda_x &= \frac{dp'}{dt} + \frac{d\alpha}{dt} + \beta r' - \gamma q', \\ \lambda_y &= \frac{dq'}{dt} + \frac{d\beta}{dt} + \gamma p' - \alpha r', \\ \lambda_z &= \frac{dr'}{dt} + \frac{d\gamma}{dt} + \alpha q' - \beta p'. \end{aligned} \right.$$

» Si l'on observe que, d'après les deux remarques faites ci-dessus, les quantités $\frac{dp'}{dt}$, $\frac{dq'}{dt}$, $\frac{dr'}{dt}$ représentent les composantes de l'accélération angulaire relative, et $\frac{d\alpha}{dt}$, $\frac{d\beta}{dt}$, $\frac{d\gamma}{dt}$ celles de l'accélération angulaire d'entraînement, on tirera immédiatement de ces équations le théorème dû à M. Resal (*Cinématique pure*, p. 265).

» 3. On tire encore du même principe les formules pour les accélérations angulaires des ordres supérieurs. La suraccélération angulaire λ_2 dérive de l'accélération angulaire λ, comme celle-ci dérive de la rotation instantanée. On a donc

$$\lambda_{2x} = \frac{d\lambda_x}{dt} + \beta\lambda_z - \gamma\lambda_y, \qquad \ldots.$$

» Nous appellerons *produit géométrique* de deux segments rectilignes a et b le produit de ces segments par le cosinus de l'angle $\overline{ab}$ compris entre leurs directions, et nous le désignerons par une *étoile* interposée. Ainsi

$$a \star b = ab \cos \overline{ab}.$$

» Substituant à λ_x, λ_y, λ_z leurs valeurs (1), désignant par μ_x, μ_y, μ_z les composantes suivant Ox, Oy, Oz de l'accélération angulaire μ du système $Oxyz$, par $\omega \star \sigma$ le produit géométrique des axes instantanés OI, OS, on

aura les équations

$$(3)\quad \begin{cases} \lambda_{2x} = \dfrac{d^2p}{dt^2} + 2\left(\beta\dfrac{dr}{dt} - \gamma\dfrac{dq}{dt}\right) + r\mu_y - q\mu_z + \omega\star\sigma.\alpha - \sigma^2 p, \\ \lambda_{2y} = \dfrac{d^2q}{dt^2} + 2\left(\gamma\dfrac{dp}{dt} - \alpha\dfrac{dr}{dt}\right) + p\mu_z - r\mu_x + \omega\star\sigma.\beta - \sigma^2 q, \\ \lambda_{2z} = \dfrac{d^2r}{dt^2} + 2\left(\alpha\dfrac{dq}{dt} - \beta\dfrac{dp}{dt}\right) + q\mu_x - p\mu_y + \omega\star\sigma.\gamma - \sigma^2 r, \end{cases}$$

dont l'interprétation géométrique serait facile.

» Signalons deux cas particuliers : 1° le système $Oxyz$ n'a aucun mouvement ; σ, α, β, γ, μ sont nuls ; on a

$$\lambda_{2x} = \frac{d^2p}{dt^2}, \qquad \lambda_{2y} = \frac{d^2q}{dt^2}, \qquad \lambda_{2z} = \frac{d^2r}{dt^2},$$

résultats simples connus ; 2° le système de comparaison est lié au solide : $\alpha = p, \ldots, \mu_x = \dfrac{dp}{dt}, \ldots$ Les formules (3) donnent

$$(4)\quad \begin{cases} \lambda_{2x} = \dfrac{d^2p}{dt^2} + q\dfrac{dr}{dt} - r\dfrac{dq}{dt}, \\ \lambda_{2y} = \dfrac{d^2q}{dt^2} + r\dfrac{dp}{dt} - p\dfrac{dr}{dt}, \\ \lambda_{2z} = \dfrac{d^2r}{dt^2} + p\dfrac{dq}{dt} - q\dfrac{dp}{dt}. \end{cases}$$

» Il n'y a donc plus ici, comme dans le cas de l'accélération du premier ordre, identité d'expression entre les projections sur des axes fixes et sur des axes liés au solide.

» 4. Enfin, l'accélération angulaire du troisième ordre s'établit aussi facilement ; je me borne au cas où les axes Ox, Oy, Oz font corps avec le solide :

$$(5)\quad \begin{cases} \lambda_{3x} = \dfrac{d^3p}{dt^3} + 2\left(q\dfrac{d^2r}{dt^2} - r\dfrac{d^2q}{dt^2}\right) + \omega\left(p\dfrac{d\omega}{dt} - \omega\dfrac{dp}{dt}\right), \\ \lambda_{3y} = \dfrac{d^3q}{dt^3} + 2\left(r\dfrac{d^2p}{dt^2} - p\dfrac{d^2r}{dt^2}\right) + \omega\left(q\dfrac{d\omega}{dt} - \omega\dfrac{dq}{dt}\right), \\ \lambda_{3z} = \dfrac{d^3r}{dt^3} + 2\left(p\dfrac{d^2q}{dt^2} - q\dfrac{d^2p}{dt^2}\right) + \omega\left(r\dfrac{d\omega}{dt} - \omega\dfrac{dr}{dt}\right). \end{cases}$$

» On déduirait de là aussi les formules pour les accélérations angulaires dans le mouvement relatif, mais j'exposerai prochainement une méthode générale très simple qui résout le problème pour un ordre quelconque. »

THERMODYNAMIQUE. — *Le coefficient de dilatation et la température des gaz.* Note de M. FÉLIX LUCAS, présentée par M. Cornu.

« Dans ma précédente Communication relative au *coefficient de détente*, j'ai établi les formules suivantes concernant un gaz parfait

$$(1)\qquad (m-1)U = PV = P_0 V_0 \varphi(t).$$

P_0 désigne la pression atmosphérique normale, V_0 le volume occupé par le gaz sous cette pression normale et à la température t_0 de la glace fondante, $m = 1,40$ le coefficient de détente. Les variables P, V, U représentent la force élastique, le volume et l'énergie mécanique intérieure totale correspondant à la température t. La fonction $\varphi(t)$ reste indéterminée; on voit seulement qu'elle est assujettie à devenir égale à l'unité pour la température t_0 de la glace fondante.

» Si l'on fait évoluer, suivant un cycle de Carnot, entre les températures t et t', un corps quelconque ne changeant pas d'état physique, on sait que le rapport de la chaleur Q, fournie par le foyer, à la chaleur Q' cédée au réfrigérant est indépendant de la nature du corps dont il s'agit. Il en est notamment ainsi pour l'évolution d'un gaz parfait; on trouve, dans ce cas, en recourant aux formules (1), la relation

$$(2)\qquad \frac{Q}{Q'} = \frac{\varphi(t)}{\varphi(t')};$$

par conséquent, *la fonction $\varphi(t)$ est la même pour tous les gaz parfaits.*

» Désignons par t_1 la température d'ébullition de l'eau sous la pression atmosphérique normale et par P_1V_1 la valeur correspondante du produit PV. Posons, d'ailleurs,

$$(3)\qquad \frac{P_1V_1 - P_0V_0}{P_0V_0} = 100\alpha;$$

d'où, en recourant aux formules (1),

$$(4)\qquad \alpha = \frac{\varphi(t_1) - 1}{100}.$$

---

(1) *Comptes rendus*, séance du 13 décembre 1886.

Le paramètre α est le *coefficient de dilatation* adopté en Physique. D'après la formule (4), *le coefficient de dilatation est le même pour tous les gaz;* c'est la loi de Gay-Lussac, loi tout à fait indépendante de la nature de la fonction φ.

» Cela posé, représentons par θ le nombre de degrés qu'indique le thermomètre centigrade lorsqu'il est soumis à la température t; nous aurons

$$\text{(5)} \qquad PV = P_0V_0(1 + \alpha\theta);$$

d'où, en tenant compte des formules (1),

$$\text{(6)} \qquad \varphi(t) = 1 + \alpha\theta.$$

La relation qui doit exister entre t et θ dépend, par conséquent, de la nature de la fonction φ.

» En admettant, comme on le fait généralement, que t et θ soient identiques, on suppose implicitement

$$\varphi(t) = 1 + \alpha t;$$

c'est une hypothèse simple, mais il n'est pas démontré qu'elle soit exacte.

» On pourrait, entre autres hypothèses, supposer

$$\varphi(t) = e^{\beta t};$$

on aurait alors

$$\beta = \frac{\varphi'(t)}{\varphi(t)} = \frac{d(PV)}{PV\,dt},$$

en sorte que β serait un *coefficient de dilatation différentiel,* le même pour tous les gaz.

» La formule (2) deviendrait

$$\frac{Q}{Q'} = e^{\beta(t-t')},$$

en sorte que le rapport de la chaleur empruntée à la chaleur transportée, rapport indépendant de la nature du corps évoluant suivant un cycle de Carnot, ne dépendrait que de la *hauteur de chute* $(t - t')$, c'est-à-dire que de la cause efficiente du rendement utile de la machine thermique.

» Prenons, à l'exemple de Fourier dans sa *Théorie analytique de la chaleur,* l'écart des températures d'ébullition et de congélation de l'eau, sous la pression atmosphérique normale, pour intervalle-unité de température. Nous trouverons

$$\beta = \frac{\log(1 + 100\alpha)}{\log e};$$

d'où, pour $\alpha = 0,00367$, la valeur correspondante $\beta = 0,313$, laquelle diffère peu du nombre $\frac{\pi}{10}$. »

MÉCANIQUE. — *Sur l'écoulement des fluides élastiques*. Note de M. **Hugoniot**, présentée par M. Sarrau.

« J'ai appliqué à l'écoulement de la vapeur d'eau saturée la méthode dont j'ai précédemment fait usage pour étudier l'écoulement des gaz permanents ([1]). Mais, avant de faire connaître les résultats auxquels je suis parvenu, il ne me paraît pas inutile d'exposer sommairement la théorie qui m'a servi de guide, à cause de sa généralité.

» Soit, pour le fluide considéré,

$$\rho = F(p) \tag{1}$$

la relation qui existe, pendant le mouvement, entre la densité ρ et la pression p; le théorème de Bernoulli fournit, pour la vitesse, une expression de la forme

$$V = \varphi(p), \tag{2}$$

et la section d'un filet est donnée par l'équation

$$\omega = \frac{H}{F(p)\varphi(p)}, \tag{3}$$

H désignant une constante.

» La densité et la vitesse du fluide, ainsi que la section des filets, sont donc des fonctions de la seule pression définies par les équations (1), (2) et (3).

» Le cas qu'il importe surtout d'examiner en vue des applications est celui où la pression diminue quand on se déplace sur chaque filet en s'éloignant de l'origine, c'est-à-dire du point où la vitesse est sensiblement nulle; alors il est clair que la vitesse augmente. Quant à la section du filet, elle commence toujours par décroître. Mais si la pression varie entre des limites suffisamment étendues, cette section finit par se montrer croissante, après avoir passé par un minimum. Au point où le filet présente son maximum de contraction, la pression a pour valeur la racine de

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, novembre 1886.

l'équation

$$(4) \qquad F(p)\varphi'(p) + F'(p)\varphi(p) = 0;$$

je la désignerai par p'. J'ai montré ([1]) qu'en ce point la vitesse propre du fluide était égale à la vitesse du son.

» Pour étudier l'écoulement par un orifice étroit, j'assimile la veine à un simple filet. Ce n'est là, sans doute, qu'une approximation; mais l'expérience a montré qu'elle était bien suffisante, tout au moins pour les liquides et les gaz permanents.

» Soient p_0 la pression dans le milieu d'amont, p_1 celle qui règne dans le milieu d'aval; la vitesse du fluide croît constamment, quand on s'éloigne de l'origine, jusqu'au point où la pression p_1 est atteinte. Au delà, la veine se désagrège d'ordinaire et se mélange intimement avec le fluide qui remplit le milieu d'aval, ce qui détermine un frottement énergique, par suite duquel les molécules perdent rapidement leur vitesse.

» Mais il y a lieu de distinguer deux cas. Si la pression p_1 est supérieure à la racine p' de l'équation (4), la plus petite section de la veine, appelée *section contractée*, est la section finale, dans laquelle la pression est égale à p_1. Dans le cas contraire, la veine présente une contraction suivie d'une dilatation, et l'aire de la section finale peut surpasser notablement celle de l'orifice; dans la section contractée, la pression est égale à p'.

» Représentant par W le débit et par ω_1 l'aire de la section contractée, on a donc

$$W = \omega_1 F(p_1)\varphi(p_1) \qquad \text{ou} \qquad W = \omega_1 F(p')\varphi(p'),$$

suivant que la pression p_1 est supérieure ou inférieure à p'.

» Soit Ω l'aire de l'orifice; le calcul du débit repose uniquement sur la connaissance du *coefficient de contraction* $\frac{\omega_1}{\Omega}$. Il faudra généralement, pour déterminer ce coefficient, recourir à l'expérience. Rien n'autorise, d'ailleurs, à le regarder comme indépendant de la pression p_1 qui règne dans le milieu d'aval.

» Les considérations suivantes permettent toutefois d'en fixer très approximativement la valeur pour certaines formes d'orifice.

» Supposant la pression finale p_1 inférieure à p', on peut concevoir un ajutage épousant la forme de la veine et l'enveloppant jusqu'à la section

---

([1]) *Comptes rendus,* 13 décembre 1886.

contractée. Pour cette valeur particulière de p_1 le coefficient de contraction sera alors égal à l'unité.

» En vertu du théorème que j'ai rappelé ci-dessus, la vitesse du son ou la vitesse de propagation du mouvement est supérieure à la vitesse propre du fluide dans la partie de la veine qui se trouve en amont de la section contractée, et inférieure à cette même vitesse dans la partie d'aval. D'autre part, la vitesse de propagation du mouvement doit être augmentée ou diminuée de la vitesse propre du fluide évaluée parallèlement à la direction de la propagation. Un ébranlement déterminé dans la partie d'aval de la veine ne pourra donc remonter le courant et n'exercera, par suite, aucune action sur le mouvement du fluide en amont de la section contractée.

» Il en résulte que, si l'on modifie graduellement la pression p_1 qui règne dans le milieu d'aval, soit pour la réduire, soit pour l'augmenter, sans toutefois la rendre supérieure à p', les modifications que subira la partie d'aval de la veine, ne pouvant se propager au delà de la section contractée, n'exerceront aucun effet sur le mouvement en amont de cette section, de sorte que le débit restera invariable.

» Si donc on réalise un ajutage qui, pour une valeur particulière, inférieure à p', de la pression p_1 dans le milieu d'aval, donne un coefficient de contraction égal à l'unité, le débit de cet ajutage sera constant, ainsi que le coefficient de contraction, quelle que soit la valeur de la pression p_1, pourvu qu'elle reste inférieure à p'.

» L'ajutage parfaitement évasé remplissant ces conditions pourra sans doute, sans que les phénomènes soient sensiblement modifiés, être remplacé par un simple tronc de cône ayant sa grande base du côté de l'amont. Les expériences faites sur les gaz permanents prouvent effectivement que le coefficient de contraction est à peu près constant et égal à l'unité quand l'orifice est muni d'un ajutage conique convergent. »

PHYSIQUE. — *Appareil pour montrer les deux modes de réflexion d'un mouvement vibratoire.* Note de M. **J. Violle**, présentée par M. Mascart.

« Au cours des expériences sur la propagation du son dans un tuyau cylindrique, dont les premiers résultats ont été communiqués à l'Académie (*Comptes rendus*, t. CII, p. 103), j'avais été frappé de la netteté avec

laquelle une membrane accuse les deux modes de réflexion du mouvement sonore à l'extrémité d'un tuyau cylindrique, suivant que cette extrémité est fermée par un fond solide ou librement ouverte à l'atmosphère.

» Dans le premier cas, la réflexion se produit, comme l'on sait, avec changement de signe de la vitesse et conservation de signe de la condensation. Dans le second cas, c'est l'inverse qui a lieu, la permanence de l'un des signes entraînant nécessairement la mutation de l'autre.

» Il suit de là qu'un ébranlement condensant qui se propage dans un tuyau fermé aux deux bouts reste toujours condensant; par suite, en un point quelconque du tuyau, chaque passage de l'onde se traduit par une variation positive de la pression. Si, au contraire, le tuyau est ouvert à un bout, la pression à l'autre bout éprouve des variations alternativement positives et négatives.

» Pour montrer ces faits, il suffit de prendre un tuyau en zinc, d'une vingtaine de mètres de longueur et de $0^m,04$ à $0^m,05$ de diamètre, replié sur lui-même, de façon à être aisément maniable. A l'une des extrémités est disposé un petit pistolet de salon, qui sert à produire un ébranlement condensant par l'explosion d'une simple capsule au fulminate; cette extrémité du tuyau peut, d'ailleurs, être maintenue librement ouverte, ou bien être fermée par un bouchon, laissant seulement passer le canon du pistolet. L'autre extrémité du tuyau est toujours fermée et porte une capsule manométrique reliée par un tube de caoutchouc, de longueur quelconque, à une capsule de M. Marey, permettant d'inscrire le phénomène à côté des vibrations d'un diapason chronographique. Si l'on veut opérer par projection, on effectue la double inscription sur une lame de verre noircie, placée dans l'appareil Duboscq, et l'on voit alors l'image se dessiner sur l'écran en même temps qu'elle se produit sur la lame de verre. Pour une expérience de mesure, il est préférable de faire au cylindre tournant un graphique, tel que ceux que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie. D'une façon comme de l'autre, l'expérience est frappante : le maintien de la condensation dans un tuyau fermé et le changement de la condensation ou dilatation par réflexion à l'extrémité libre d'un tuyau ouvert sont également manifestes.

» L'appareil, construit très habilement par M. König, se prête parfaitement à la démonstration de la méthode employée par Regnault dans son grand travail sur la mesure de la vitesse du son.

» Ainsi, avec un diapason de 100 vibrations doubles par seconde, je trouve, dans huit expériences successives, les temps suivants employés par

l'onde à effectuer pour la quatrième fois le double parcours de la longueur du tuyau :

Tuyau fermé	s 0,1440
» ouvert	1445
» fermé	1440
» ouvert	1445
» fermé	1455
» ouvert	1425
» fermé	1440
» ouvert	1450
Moyenne	$0^s,1442$

» Les temps employés pour les parcours successifs sont :

Premier parcours	s 0,1414
Deuxième parcours	0,1417
Troisième parcours	0,1439
Quatrième parcours	0,1442
Cinquième parcours	0,1437

» Après deux parcours, l'onde a déjà pris une vitesse uniforme et traverse le double de la longueur du tuyau en $0^s,1439$ (à moins de $0^s,001$ près très certainement).

» Les graphiques donnent en outre immédiatement les valeurs des condensations et dilatations successives. »

CHIMIE. — *Sur quelques propriétés nouvelles et sur l'analyse du gaz pentafluorure de phosphore.* Note de M. **H. Moissan**, présentée par M. Debray.

« Dans une Note précédente [1], nous avons indiqué un nouveau procédé de préparation et plusieurs constantes physiques du pentafluorure de phosphore. Nous donnerons aujourd'hui quelques nouveaux résultats qui terminent l'étude que nous avons entreprise des composés phosphorés du fluor.

» *Propriétés.* — M. Thorpe n'avait pas réussi à dédoubler le pentafluorure de phosphore sous l'action de l'étincelle d'induction [2]. Nous avons répété

---

[1] *Sur la préparation et les propriétés physiques du pentafluorure de phosphore* (*Comptes rendus*, t. CI, p. 1490).

[2] *Chemical News*, t. XXXII, p. 232.

cette expérience en employant le dispositif de M. Berthelot [1] et en prenant les plus grandes précautions pour n'agir que sur un gaz bien privé d'humidité. L'éprouvette dans laquelle doit se faire la décomposition est portée à 200°, puis refroidie à 80° et emplie alors de mercure sec. On la retourne aussitôt sur la cuve à mercure, en ayant bien soin de prendre le métal dans un flacon à robinet renfermant de l'acide sulfurique, au moment même de l'expérience. La cuve à mercure en porcelaine a été desséchée à l'étuve, ainsi que les fils de platine et les tubes de verre.

» On dispose les fils de platine dans l'axe des éprouvettes, de telle sorte que l'étincelle ne puisse jaillir sur aucune paroi de verre, sans quoi les résultats obtenus sont tout à fait différents. On introduit dans l'appareil du pentafluorure de phosphore entièrement absorbable par l'eau et bien exempt de fluorure de silicium; puis, au moyen d'un fil de platine, on fait passer au milieu du gaz un morceau de potasse fondue au creuset d'argent, afin d'enlever les dernières traces d'humidité qui pourraient provenir de la manipulation de l'appareil. La potasse est retirée plusieurs heures après; on note le niveau du mercure dans l'éprouvette, la pression et la température; on fait alors passer une série d'étincelles d'induction entre les deux fils de platine.

» Lorsque l'on se sert d'une bobine actionnée par 3 éléments Grenet et fournissant dans l'air des étincelles de $0^m,04$, on n'obtient aucune décomposition. Après refroidissement, le volume est resté le même, les parois de l'éprouvette n'ont pas été attaquées, le mercure a conservé toute sa netteté et les propriétés du gaz ne sont en rien changées. C'est bien là le résultat obtenu par M. Thorpe.

» Il n'en est plus de même si l'on emploie une forte bobine pouvant donner dans l'air des étincelles de $0^m,15$ à $0^m,20$. Dans ces conditions, l'expérience étant disposée comme précédemment, on ne tarde pas à voir l'éprouvette se dépolir, la surface du mercure s'attaquer et perdre son brillant. Dans nos expériences, nous laissions le plus souvent passer l'étincelle pendant une heure. On abandonnait ensuite l'appareil de façon à laisser refroidir l'éprouvette qui s'était beaucoup échauffée. On notait enfin la température et la hauteur du mercure; le volume du gaz avait diminué.

» Si l'on fait l'analyse de ce gaz après le passage des étincelles, on voit qu'il a subi une assez profonde modification. Mis en présence de l'eau, il abandonne de la silice, ce qui indique la formation de fluorure de silicium;

(1) Berthelot, *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 340.

enfin il reste un gaz (parfois jusqu'à 15 pour 100) qui n'est plus absorbable par l'eau, et ce gaz présente toutes les réactions du trifluorure de phosphore.

» Sous l'action de puissantes étincelles d'induction le pentafluorure s'est donc dédoublé en trifluorure et en fluor. Ce dernier corps a attaqué le mercure et le verre; il s'est formé du fluorure de silicium et le volume a diminué. L'éprouvette lavée avec de l'eau distillée a donné une solution de fluorures et de phosphates alcalins.

» Le pentafluorure de phosphore chauffé dans une cloche courbe au rouge sombre en présence d'un excès de vapeur de phosphore ne fournit pas de trifluorure. On sait que le pentachlorure dans ces conditions régénère une grande quantité de trichlorure. Au contact de la vapeur de soufre à 440° le pentafluorure n'est pas décomposé; son action sur l'iode vers 500° est nulle. Conservé dans des flacons de verre en présence d'une trace d'humidité, il attaque lentement le silicate double, se transforme en fluorure de silicium et en oxyfluorure de phosphore, tandis qu'une partie des alcalis du verre fixent une certaine quantité de phosphore, soit à l'état de phosphate, soit à l'état de fluophosphate.

» A cause de cette action, il est très difficile de conserver pendant plusieurs mois du pentafluorure de phosphore dans des flacons de verre sans que ces derniers soient attaqués.

» *Analyse*. — L'analyse du pentafluorure de phosphore faite dans des vases de verre présente des difficultés inhérentes à la séparation même d'un mélange d'acides phosphorique, fluorhydrique, silicique et fluosilicique.

» Voici les deux méthodes que nous avons employées :

» 1° Un certain volume de gaz mesuré sur le mercure dans une jauge en platine est absorbé par une solution alcaline. Le liquide décanté dans un entonnoir de gutta-percha est placé dans un grand creuset de platine additionné d'acide azotique et de liqueur molybdique. Le précipité recueilli, après avoir été maintenu quatre heures au bain-marie, est séparé au moyen d'un filtre dans un entonnoir de gutta, enfin dissous, puis reprécipité à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien. Du poids de pyrophosphate de magnésie on déduit la quantité de phosphore contenu dans le gaz ramené à 0° et à 760^{mm}.

» 2° Le pentafluorure de phosphore est mesuré dans un tube de verre, sur la cuve à mercure; on absorbe le gaz par une solution de potasse pure et le liquide est ensuite décanté dans une capsule; on y joint les eaux de lavage, on y ajoute une pincée de silice pure et l'on évapore à sec au bain-

marie. La masse saline est traitée ensuite par l'acide sulfurique monohydraté, maintenue une heure au bain-marie à 100° et chauffée ensuite légèrement jusqu'à apparition de vapeurs blanches d'acide sulfurique. Après refroidissement, on reprend par une petite quantité d'eau, on ajoute un excès d'ammoniaque concentrée, on filtre et, dans le liquide, on dose le phosphore à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien. Dans ce procédé le fluor a été éliminé à l'état d'acide fluorhydrique et les nombres obtenus par ces méthodes analytiques concordent avec la formule $PhFl^5$. Cependant le premier procédé doit toujours être préféré; les analyses faites par le second procédé présentent toujours de petites différences.

» En résumé, le pentafluorure de phosphore ne présente donc pas le facile dédoublement du pentachlorure qui a permis à M. Cahours d'employer avec succès ce composé à la chloruration des corps organiques. Il est beaucoup plus stable et ne se dédouble que sous l'action de très fortes étincelles d'induction. L'expérience qui se fait dans des vases de verre, en présence de mercure, ne peut pas servir à isoler le fluor; car dans ces conditions il se produit immédiatement du fluorure de silicium et du fluorure de mercure. »

CHIMIE. — *Sur les relations de l'efflorescence et de la déliquescence des sels avec la tension maximum des solutions saturées*. Note de M. **H. Lescœur**, présentée par M. Troost.

« 1. Les conditions de l'efflorescence et de la déliquescence des sels ont été fixées par les travaux classiques de M. Debray. Elles peuvent être reliées à la tension maximum des dissolutions saturées.

» En effet, imaginons qu'à un sel anhydre on ajoute de l'eau par petites portions, en produisant tous les intermédiaires jusqu'à la solution très étendue, et considérons la suite des tensions maxima de la vapeur d'eau émise par les différents systèmes, la température demeurant constante. En général, l'eau constituera d'abord avec le sel un ou plusieurs hydrates successifs ; ceux-ci présenteront des tensions de dissociation propres. On observera donc en premier lieu, comme l'a démontré M. Debray, une ou plusieurs périodes de tensions uniformes avec passage brusque de l'une à l'autre.

» A la fin, l'eau étant en quantité suffisante, tout sera dissous. On sait, avec Wüllner, que la variation de la tension maximum des solutions salines

est en raison inverse du poids de sel dissous. Les tensions maxima de la dernière période offriront donc une série continue et tendront vers la tension maximum de l'eau pure.

» Entre ces périodes extrêmes, se trouve l'état de saturation de la solution, avec une tension maximum uniforme ; cette période se continue insensiblement avec l'état de solution totale; elle est ordinairement séparée de l'état de combinaison par une brusque transition.

» J'ai observé que quelques millièmes d'eau, en sus de l'eau chimiquement combinée, suffisaient en général pour faire apparaître la tension maximum de la solution saturée.

» Toutes ces périodes ne se rencontrent pas nécessairement dans l'hydratation d'un sel quelconque. Les premières, notamment, qui correspondent à la formation d'hydrates définis, peuvent manquer.

» Si, au lieu d'un sel en voie d'hydratation, nous envisageons la solution très étendue d'un sel en voie de déshydratation et poussons celle-ci jusqu'au sel anhydre, les tensions de la vapeur émise offriront encore une succession discontinue et d'ordinaire exactement inverse de la précédente.

» Imaginons maintenant notre sel anhydre ou notre solution très étendue placés dans une atmosphère où la vapeur d'eau ait une force élastique f. L'équilibre tendra à s'établir avec l'humidité ambiante. Les deux systèmes absorberont ou émettront de la vapeur d'eau, en reproduisant en partie la série des phénomènes analysés plus haut.

» 2. Le sel anhydre condensera de l'eau jusqu'à ce que la tension maximum du système ainsi formée soit devenue f. Si f est suffisamment élevé, cette hydratation spontanée dépassera toutes les étapes, hydrates successifs, solution saturée, et ne prendra fin que dans la période de dilution de la solution. Si f est moins grand, l'hydratation ne pourra franchir tous les échelons et s'arrêtera devant l'un d'eux.

» La nature du produit joue un grand rôle. Tel sel condense, à des titres divers, plus que son poids d'eau. Tel autre donne d'emblée la solution saturée. Tel autre, enfin, fixe seulement quelques millièmes d'humidité.

» Le passage du dernier échelon, quand il a lieu, la liquéfaction partielle du produit, appelle surtout l'attention ; c'est le phénomène de la *déliquescence*. Pour que ce phénomène se produise avec une substance, *il faut et il suffit que la solution saturée de cette substance présente une tension maximum* φ *plus petite que la force élastique de l'humidité atmosphérique*. Comme cette

dernière est variable, il n'y a point de substances déliquescentes d'une façon absolue; c'est ce qui résulte des travaux de M. Debray.

» Le Tableau suivant, qui contient la tension maximum à + 20° de quelques solutions saturées, représente l'*échelle de déliquescence* à cette température.

Échelle de déliquescence (à + 20°).

	φ. (mm)		φ. (mm)
Azotate de potasse, environ....	15	Bromure de strontium........	9,1
Chlorure de potassium........	13,55	Carbonate de potasse.........	6,9
Acétate de soude cristallisé.....	12,4	Chlorure de magnésium.......	5,75
Acide iodique................	11,6	Chlorure de calcium cristallisé.	5,6
Chlorure de strontium...... ...	11,5	Acétate de potasse...........	3,9
Azotate de soude.............	11,15	Acide arsénique..............	2,3
Chromate de soude............	10,6	Soude caustique, environ......	1
Azotate de chaux.............	9,3	Potasse caustique, environ.....	0,8
Azotate d'ammoniaque........	9,1		

» 3. Si l'on envisage au contraire la déshydratation spontanée d'une dissolution saline dans une atmosphère où l'humidité ait une force élastique f, on voit que la solution étendue se transformera d'abord en solution saturée, puis en hydrate sec; celui-ci pourra encore perdre de l'eau en se dissociant, s'il possède une tension de dissociation Φ supérieure à f. Ce dernier acte est l'*efflorescence*. La propriété que possèdent les hydrates salins de s'effleurir n'a rien d'absolu et dépend de l'état hygrométrique (H. Debray).

» Le Tableau suivant, qui renferme les tensions de dissociation de quelques hydrates à + 20°, représente l'*échelle d'efflorescence* à cette température:

Échelle d'efflorescence (à + 20°).

	Φ. (mm)	
Arséniate de soude (AsO^5, 2NaO, 25HO) environ..	16,0	
Sulfate de soude (NaO, SO^3, 10HO)...............	13,9	
Phosphate de soude (PhO^5, 2NaO, 25HO)........	13,5	(M. Debray)
Acétate de soude ($C^4H^3NaO^4$, 6HO)...........	12,4	
Carbonate de soude (NaOCO^2, 10HO)...........	12,1	
Phosphate de soude (PhO^5, 2NaO, 15HO).......	9,0	(M. Debray)
Sulfate de cuivre (CuOSO^3, 5HO)..............	6,0	
Hydrate de strontiane (SrO, 9HO)...............	5,6	
Chlorure de strontium (SrCl, 6HO)..............	5,6	
Chlorure de nickel (NiCl, 6HO).................	4,6	
Arséniate de soude (AsO^5, 2NaO, 15HO).........	4,6	

	Φ.
Hydrate de baryte (BaO, 9HO)	$4^{mm},2$
Acide borique (BoO^3, 3HO), environ	2,0
Bromure de strontium (SrBr, 6HO), environ	1,8
Acide oxalique ($C^4H^2O^8$, 4HO), environ	1,3

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de formation du méthylate et de l'éthylate de potasse.* Note de M. DE FORCRAND, présentée par M. Berthelot.

« Les alcoolates formés en dissolvant le potassium dans les alcools n'ont pas été l'objet de recherches thermochimiques. J'ai étudié, à ce point de vue, plusieurs de ces corps dérivés des alcools monoatomiques $C^{2n}H^{2n+2}O^2$.

» I. *Méthylate de potasse* $C^2H^3KO^2$. — On l'obtient en dissolvant le potassium dans un excès d'alcool méthylique anhydre, et chauffant la dissolution dans un courant d'hydrogène pur et sec. Il se forme d'abord un ou plusieurs alcoolates polyalcooliques analogues à ceux que l'on obtient avec le méthylate et l'éthylate de soude. Aussi faut-il maintenir la liqueur à 200° dans l'hydrogène, température bien supérieure à celle de l'ébullition de l'alcool, et de prolonger l'expérience pendant plusieurs heures.

» On trouve dans le ballon une matière solide, blanche, poreuse, très avide d'eau, et qui se colore rapidement à l'air; ces caractères sont communs à tous les alcoolates alcalins.

Analyse.

	Trouvé.	Calculé pour $C^2H^3KO^2$.
K pour 100...............	56,29	55,78

» La dissolution de cet alcoolate dans l'eau est très rapide, et donne $+11^{Cal},74$ pour $1^{éq}$ ($70^{gr},1$) pour la dilution de $1^{éq}$ dans 4^{lit}, à 12°.

» Ce liquide, additionné de son volume d'eau, dégage encore $+0^{Cal},05$.

» J'ai trouvé en outre, à la même température, pour la réaction

$$C^2H^4O^2(1^{éq}=2^{lit})+KHO^2(1^{éq}=2^{lit})=C^2H^3KO^2 \text{ dissous dans } 4^{lit} \text{ d'eau},$$

le nombre $+0^{Cal},11$.

» Enfin, j'ai obtenu précédemment ([1]), pour

$$K \text{ sol.}+(n+1)C^2H^4O^2 \text{ liq.}=C^2H^3KO^2 \text{ dissous dans } nC^2H^4O^2 \text{ liq.}+H \text{ gaz},$$

le nombre $+50^{Cal},93$.

([1]) *Comptes rendus,* t. CI, p. 328, $n=60$.

» D'où l'on peut conclure

		Cal
(1)	$C^2H^4O^2$ liq. + KO sol. = $C^2H^3KO^2$ sol. + HO sol	+ 24,79
	$C^2H^4O^2$ liq. + KHO^2 sol. = $C^2H^3KO^2$ sol. + H^2O^2 sol	+ 4,30
	$C^2H^3KO^2$ sol. + H^2O^2 liq. = $C^2H^4O^2$ liq. + KHO^2 sol	— 2,87
	$C^2H^4O^2$ liq. + K sol. = $C^2H^3KO^2$ sol. + H gaz	+ 38,17
	$C^2H^3KO^2$ sol. + $nC^2H^4O^2$ liq. = $C^2H^3KO^2$ diss. dans $nC^2H^4O^2$ liq.	+ 12,76

» II. *Éthylate de potasse :* $C^4H^5KO^2$. — La préparation est exactement la même que celle du composé précédent. J'ai pu isoler une petite quantité d'un alcoolate polyalcoolique cristallisé

$$C^4H^5KO^2 + 3C^4H^6O^2,$$

correspondant à l'éthylate de soude

$$C^4H^5NaO^2 + 3C^4H^6O^2;$$

mais j'en ai obtenu trop peu pour le soumettre à des expériences calorimétriques. J'ai seulement étudié le composé $C^4H^5KO^2$.

Analyse.

	Trouvé.	Calculé pour $C^4H^5KO^2$.
K pour 100	46,41	46,49

» La dissolution dans l'eau (4^{lit} pour $1^{éq}$) a donné, entre 12° et 15°,

$$+14^{Cal},70 \text{ pour } 1^{éq} (84^{gr},1).$$

» Le liquide additionné de son volume d'eau dégage encore $+0^{Cal},36$.

» J'ai obtenu en outre, à la même température,

$$C^4H^6O^2(1^{éq} = 2^{lit}) + KHO^2(1^{éq} = 2^{lit}) = C^4H^5KO^2 \text{ dissous dans } 4^{lit} = +0^{Cal},02.$$

» Enfin, j'ai trouvé précédemment, pour

$$K \text{ sol.} + (n+1)C^4H^6O^2 \text{ liq.} = C^4H^5KO^2 \text{ diss. dans } nC^4H^6O^2 \text{ liq.} + H \text{ gaz},$$

le nombre $+49^{Cal},25$.

» D'où l'on déduit

		Ca
(2)	$C^4H^6O^2$ liq. + KO sol. = $C^4H^5KO^2$ sol. + HO sol	+ 22,28
	$C^4H^6O^2$ liq. + KHO^2 sol. = $C^4H^5KO^2$ sol. + H^2O^2 sol	+ 1,79
	$C^4H^5KO^2$ sol. + H^2O^2 liq. = $C^4H^6O^2$ liq. + KHO^2 sol	— 0,36
	$C^4H^6O^2$ liq. + K sol. = $C^4H^5KO^2$ sol. + H gaz	+ 35,66
	$C^4H^5KO^2$ sol. + $nC^4H^6O^2$ liq. = $C^4H^5KO^2$ diss. dans $nC^4H^6O^2$ liq.	+ 13,59

» III. Si, dans les deux séries de réactions 1 et 2, on remplace partout $C^2H^4O^2$ liq. ou $C^4H^6O^2$ liq. par H^2O^2 liq., on a, pour ces cinq réactions,

$$+21^{Cal},92, \quad +1^{Cal},43, \quad +0^{Cal},00, \quad +35^{Cal},30, \quad +12^{Cal},50.$$

» En remplaçant K par Na, dans les systèmes 1, 2 et 3, on obtient :

» Avec Na et $C^2H^4O^2$,

(4) $+18^{Cal},32$, $+1^{Cal},32$, $+0^{Cal},09$, $+33^{Cal},19$, $+15^{Cal},01$;

» Avec Na et $C^4H^6O^2$,

(5) $+17^{Cal},35$, $+0^{Cal},25$, $-1^{Cal},19$, $+32^{Cal},13$, $+12^{Cal},40$;

» Avec Na et H^2O^2,

(6) $+18^{Cal},52$, $+1^{Cal},43$, $+0^{Cal},00$, $+33^{Cal},30$, $+9^{Cal},78$.

» Si l'on compare ces six séries de réactions, on trouve que les nombres obtenus pour les réactions semblables sont très voisins. J'ai déjà fait remarquer que les quatre premiers termes de la série 4 sont identiques aux termes correspondants de la série 6, c'est-à-dire que la molécule d'eau H^2O^2 de l'alcool méthylique $C^2H^2(H^2O^2)$ agit sur le sodium comme si elle était isolée. Pour le potassium, les nombres obtenus avec l'eau sont identiques à ceux que fournit l'alcool éthylique (2 et 3).

» Les seules différences sensibles que l'on remarque pour les deux métaux portent sur le cinquième nombre dans toutes les séries.

» On a pour le potassium :

$+12,76$ avec $C^2H^4O^2$, $+13,59$ avec $C^4H^6O^2$, $+12,50$ avec H^2O^2;

les différences sont $+0,26$ et $+1,09$.

» Et pour le sodium :

$+15,01$ avec $C^2H^4O^2$, $+12,40$ avec $C^4H^6O^2$, $+9,78$ avec H^2O^2;

les différences sont $+5,23$ et $+2,62$.

» Elles s'expliquent par la formation des alcoolates polyalcooliques et sont bien plus marquées pour le sodium, comme on pouvait le prévoir.

» En effet, les chaleurs de formation des hydrates de potasse

$$KHO^2 + H^2O^2 \quad \text{et} \quad KHO^2 + 2H^2O^2$$

sont $+8^{Cal},90$ et $+12^{Cal},47$ à partir de l'eau liquide et de KHO^2 solide, c'est-à-dire au moins égales à celles des alcoolates polyalcooliques, tandis que la chaleur de formation de l'hydrate de soude $NaHO^2, H^2O^2$ est seulement de $+3^{Cal},28$, c'est-à-dire très inférieure à celles des composés

$$C^2H^3NaO^2 + C^2H^4O^2, \quad C^4H^5NaO^2 + 2C^4H^6O^2, \quad C^4H^5NaO^2 + 3C^4H^6O^2,$$

qui donnent $+8^{Cal},84$, $+8^{Cal},06$, $+8^{Cal},64$, à partir de $C^2H^3NaO^2$ sol. et de $C^2H^4O^2$ ou $C^4H^6O^2$ liq.

» Il en résulte que l'état de dissociation dans lequel se trouvent les alcoolates polyalcooliques de potasse dissous dans l'alcool est comparable à l'état des hydrates de potasse dissous dans l'eau. Au contraire, l'hydrate de soude en se dissolvant dans l'eau se dissocie beaucoup plus que les alcoolates polyalcooliques de soude dans un excès d'alcool. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur les vins et eaux-de-vie de framboises et de fraises.* Note de M. **Alph. Rommier**, transmise par M. Peligot.

« Depuis longtemps on retire des eaux-de-vie des vins obtenus par la fermentation de presque tous les fruits. Elles sont désignées, dans le *Manuel Roret,* sous le nom de *marasquin.* Il est reconnu que la fabrication en est souvent défectueuse, certains fruits ne fermentant que lentement et parfois d'une manière incomplète. C'est ainsi que la framboise, suivant l'observation de M. Le Bel ([1]), possède sur sa pellicule un ferment particulier, auquel ce savant a donné le nom de *levure Wurtzii,* et qui n'est pas apte à transformer en alcool la totalité du sucre. Le vin qui en résulte ne renferme, en effet, que de 2 à 2,5 pour 100 d'alcool, au lieu de 5 pour 100 environ qu'il devrait donner dans une fermentation régulière.

» Il était intéressant de rechercher si le manque d'activité de la levure de la framboise provenait de son peu d'énergie naturelle ou si son action était paralysée par les principes essentiels contenus dans le fruit. Mais, au lieu de cultiver cette levure dans du jus de raisin, comme l'a fait M. Le Bel, afin de vérifier comment elle s'y comportait, on a simplement ajouté à la framboise écrasée une levure d'une grande énergie, qui jouit de la propriété de communiquer aux liquides fermentés une odeur vineuse, *la levure de vin ellipsoïdale;* et alors il est arrivé ce fait, que la fermentation, au lieu de se présenter d'une manière languissante et de s'arrêter après la production d'une faible quantité d'alcool, a transformé non seulement tout le sucre contenu dans le fruit, mais encore deux à trois fois autant qu'il en renferme ordinairement.

» Entre autres expériences, le 10 juillet 1883, on a mis à fermenter, dans un grand flacon muni d'un tube abducteur plongeant dans l'eau :

» 16^{kg} de framboises qu'on a privées de leurs pédoncules ;

([1]) *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 1368.

» 200^{cc} d'un jus de raisin contenant de la levure de vin ellipsoïdale bien active;

» 2^{kg} de sucre ajoutés successivement.

» Cette fermentation, qui a été bientôt très vive, a duré dix-huit jours, par une température presque constamment voisine de 30°. Le jus alcoolique qui en a été tiré, passé rapidement au travers d'une chausse et mis à déposer dans un grand flacon, s'est éclairci en l'espace de quelques jours. Il était alors entièrement fermenté et ne contenait plus une trace de sucre reconnaissable au saccharimètre. Il dosait 18,5 pour 100 d'alcool à la température de 17°; 18,1 pour 100 à l'ébullioscope Malligand. Mis en bouteilles, il a donné un dépôt abondant, adhérent au verre, et s'est conservé depuis plus de trois années avec son parfum framboisé, qui a acquis avec le temps une grande finesse. Mais ce vin a le défaut d'être acide : la framboise contient en effet une quantité importante d'acide citrique qui n'est pas éliminé par la fermentation à l'état de sel acide, comme l'acide tartrique du raisin, et dont la majeure partie reste alors dans le vin.

» L'eau-de-vie de framboise, obtenue par la distillation du vin ou du marc étendu d'eau, est fortement aromatisée, bien qu'elle ait été diluée par l'alcool résultant de la fermentation du sucre ajouté pendant la fermentation du vin. Elle possède, pendant un certain temps, une odeur framboisée, puis devient comme légèrement enfumée, se modifie ensuite sensiblement et finit par acquérir un parfum d'une grande distinction; il rappelle en effet actuellement, à la fois, la framboise, le noyau et le genièvre, sans qu'on puisse en distinguer bien exactement la nature.

» *Vins et eaux-de-vie de fraises.* — Les grosses et belles fraises qu'on cultive aux environs de Paris, et qui sont des hybrides des variétés américaines, possèdent une levure plus complète que celle de la framboise et qui est capable de transformer tout leur sucre en alcool. Mais, pour obtenir une fermentation bien active avec ces fruits, surtout si on les additionne de sucre, il est utile de leur ajouter aussi de la levure ellipsoïdale. Le vin de fraise, moins acide que celui de la framboise, est plus agréable à boire et se conserve bien, lorsqu'on le fabrique de manière qu'il atteigne environ 16 pour 100 d'alcool. L'eau-de-vie qui en provient par la distillation en possède le parfum; il s'exalte avec le temps, mais sans se modifier sensiblement. Celle qui est fabriquée avec la *fraise anglaise,* quoique faite avec le double du sucre contenu dans le fruit, est encore tellement aromatisée qu'elle est à peine buvable. Cependant, quand on en met une petite quantité dans un verre d'eau, ou mieux dans une tasse de thé, son parfum de fraise ananas s'y développe dans toute sa pureté; ce qui indique qu'on aurait pu lui faire subir une dilution alcoolique plus grande en faisant fermenter le fruit avec une quantité de sucre plus considérable.

» Il a été reconnu dans ces derniers temps que la levure *Wurtzii,* ainsi

que d'autres, comme la *levure apiculatus,* qui l'accompagnent assez fréquemment, ne jouissent pas de propriétés inversives. Il en résulte que ces levures incomplètes n'ont d'action que sur le sucre interverti et ne peuvent pas transformer le sucre de canne qui existe aussi simultanément dans beaucoup de fruits acides, tels que les pommes, les poires, les cerises, les prunes, les pêches, dont les jus restent si longtemps sucrés; mais, en ajoutant de la levure ellipsoïdale à ces fruits écrasés, comme je l'ai fait pour la framboise et pour la fraise, on obtient facilement des rendements alcooliques plus élevés par la transformation de la totalité de leurs principes sucrés et des produits de meilleure qualité par la régularisation de leur fermentation. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les propriétés zymotiques de certains virus. Fermentation des matières azotées sous l'influence de virus anaérobies.* Note de M. S. Arloing, présentée par M. Chauveau.

« Dans une Note adressée à l'Académie (*Comptes rendus*, 2e semestre 1885, p. 819), nous avons démontré que les microbes pathogènes anaérobies, et aussi dans une étroite mesure les microbes aérobies très jeunes, peuvent faire entrer en fermentation des substances hydrocarbonées qu'ils transforment finalement en acide butyrique, en acide carbonique et hydrogène. La présente Communication a pour but de faire connaître que les virus à microbes anaérobies provoquent également la fermentation des substances albuminoïdes.

» Nous avons pris comme matières fermentescibles une matière albuminoïde soluble, la peptone, et des matières insolubles, l'albumine et le jaune de l'œuf (ce dernier, à vrai dire, renferme aussi des substances hydrocarbonées); comme ferments, les virus de la septicémie gangréneuse de l'homme et du charbon symptomatique du bœuf. Ces virus ont été employés à l'état frais et après dessiccation.

» Le mélange du ferment avec la matière fermentescible a été opéré à l'abri de l'air, au contact du mercure stérilisé. Il a été exposé dans une étuve, à la température de + 35°.

» Dans ces conditions, la fermentation de la substance azotée devient sensible au bout de douze à quinze heures; elle est accusée par la présence d'une certaine quantité de gaz au-dessus du mélange. Elle marche plus rapidement dans le jaune d'œuf que dans les deux autres substances. Habituellement, elle est terminée dans le jaune d'œuf au bout de vingt-quatre heures.

» Lorsque le volume de la masse gazeuse reste stationnaire, on regarde la fermentation comme achevée. Si l'on en étudie le contenu, on s'assure qu'il renferme une matière azotée à des degrés plus ou moins avancés de destruction.

» L'odeur forte et particulière de quelques fermentations dénote la présence d'ammoniaques composées et peut-être de l'indol et du scatol, produits intermédiaires dans la décomposition des substances albuminoïdes. Quant aux gaz, dans lesquels l'analyse a révélé presque exclusivement la présence de l'acide carbonique, de l'hydrogène et de l'azote, ils indiquent qu'une partie de ces substances a été complètement détruite.

» Le volume des gaz qui se dégagent d'une fermentation augmente notablement si on les extrait avec la pompe à mercure. L'augmentation porte principalement sur l'acide carbonique. Il est digne de remarque que la proportion d'hydrogène contenue dans le mélange est beaucoup plus considérable à la suite de la fermentation du jaune d'œuf et de l'albumine qu'après celle de la peptone.

» Voici, du reste, des chiffres qui traduiront nettement ces différences.

Fermentation du jaune d'œuf.

	Pour 100vol de gaz.
CO^2	53,24
H	29,69
Az	17,06

Fermentation de l'albumine.

	Pour 100vol de gaz.
CO^2	69,01
H	27,72
Az	5,68

Fermentation de la peptone.

	Pour 100vol de gaz.
CO^2	87,04
H	8,60
Az	4,30

» Il nous a été impossible de pousser plus loin l'étude chimique de ces fermentations. D'ailleurs le but que nous poursuivions était plus restreint. Nous désirions établir que l'analogie que l'on admet entre les ferments et

les virus était parfaitement justifiée. Ce but est atteint dans les limites étroites où nous nous sommes enfermé.

» Les expériences résumées dans cette Note et celles qui sont contenues dans la Communication du deuxième semestre 1885 nous apprennent que les infiltrations gazeuses qui, sur le vivant, forment la caractéristique la plus remarquable de la septicémie gangréneuse et du charbon symptomatique, peuvent être le résultat de la fermentation des substances hydrocarbonées et azotées des tissus. Comme les gaz de ces infiltrations sont souvent inodores au début des accidents, il est permis de supposer que la fermentation porte d'abord sur les matières hydrocarbonées. Quand les gaz deviendront fétides, on en conclura que la fermentation s'est étendue aussi aux substances quaternaire. »

ZOOLOGIE. — *Sur la multiplication de la* Leucophrys patula *Ehr.* Note de M. **E. Maupas**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Chez tous les Infusoires ciliés et, je le crois également, chez tous les organismes qui se multiplient par fissiparité, ce mode de reproduction est toujours le résultat d'un accroissement de l'être arrivé à son maximum possible. A la suite d'une nutrition abondante, ces organismes atteignent un développement de taille qu'il leur devient impossible de franchir et, alors, ils se coupent en deux, chaque rejeton emportant une moitié égale du progéniteur. La fissiparité est donc un phénomène nécessairement corrélatif de l'accroissement végétatif, et l'on peut la considérer comme n'étant que le terme final et suprême de ce dernier.

» La *Leucophrys patula* d'Ehrenberg ([1]) est un Infusoire jouissant d'un accroissement fort rapide. Son puissant appareil buccal armé de deux lèvres vibratiles, semblables à celles du *Glaucoma piriformis*, mais beaucoup plus vigoureuses, en fait un carnassier d'une grande voracité et lui permet de capturer de nombreuses et assez grosses proies. Lorsqu'on la place dans un milieu riche en petits Infusoires, tels que *Glaucomes, Cyclidium, Colpidium* et autres, on voit ces malheureuses victimes s'engouffrer

---

([1]) Cette espèce, ainsi que Stein l'a déjà fort bien constaté, forme un genre d'Holotriche parfaitement distinct et, contrairement aux affirmations de Saville Kent (*A Manual of the Infusoria*, p. 587), ne doit pas être confondue avec le *Climacostomum virens*, qui, lui, est un Hétérotriche.

avec une rapidité effrayante dans la large vacuole alimentaire post-buccale. Son accroissement et sa fissiparité sont en rapport avec cette puissance d'absorption. Des individus que j'avais isolés dans un milieu riche, par une température de 19° à 20° C., se sont fissiparés quatre à cinq fois par jour, c'est-à-dire qu'un seul individu, en vingt-quatre heures, donna naissance à trente-deux descendants et qu'en conservant toutes leurs générations avec une nourriture abondante on eût obtenu plus d'un million d'individus dès le cinquième jour.

» Jusqu'ici la *Leucophrys patula* ne nous offre rien d'anormal et ne se distingue que par sa puissance de reproduction, qui est une des plus grandes que j'aie encore étudiées. Mais lorsque la Leucophre, après s'être abondamment multipliée dans un milieu riche, a fini par en épuiser les aliments, cet Infusoire passe alors par une série de modifications et de divisions fissipares absolument inconnues partout ailleurs et contradictoires avec la loi générale de fissiparité formulée plus haut. Voici mes observations.

» Des Leucophres furent mises en culture isolée sur porte-objet, en leur donnant une riche pâture de petits Infusoires. Elles leur firent une chasse acharnée et se multiplièrent rapidement. Après deux ou trois jours, cette nourriture devint rare et s'épuisa. Les Leucophres vinrent alors les unes après les autres se fixer sur les bords de la goutte d'eau en s'enroulant en boule, comme si elles allaient s'enkyster, mais sans sécréter de kyste. L'appareil buccal disparut entièrement et la bouche n'était plus indiquée que par un léger sillon assez difficile à bien voir.

» Ces Leucophres commencèrent alors à se fissiparer transversalement, mais sans se remettre en mouvement ni manger après chaque bipartition. Ces divisions se succédèrent rapidement, toujours dans le sens transversal, et se répétèrent six fois, de sorte qu'en quelques heures chaque Leucophre donna naissance à soixante-quatre rejetons. Ces derniers prirent alors une forme cylindrique oblongue et entrèrent en circulation. Ils ne mesuraient que 50 μ en longueur et 19 à 20 en largeur, tandis que les Leucophres primitives égalaient jusqu'à 150 μ en longueur et 100 en largeur, c'est-à-dire que leurs rapports de volume étaient à peu près comme 1 à 70.

» Les contours des petits rejetons sont si différents de ceux de leurs progéniteurs, qu'il faut avoir constaté directement leur filiation pour ne pas en faire deux espèces et même deux genres distincts. Le corps, uniformément cilié, est assez transparent et ne contient ni ingesta ni corps étrangers d'aucune sorte. Le nucléus se distingue, même sur le vivant,

sous l'aspect d'une tache claire. Les réactifs font apparaître un petit nucléole accolé au nucléus. L'emplacement de la bouche ne se reconnaît qu'à un léger sillon situé sur un des côtés du pôle antérieur. Cette bouche est complètement close et, pendant que ces petits rejetons conservent cette forme cylindrique, ils ne prennent aucune nourriture. Une vacuole contractile, située sur un des côtés de l'extrémité postérieure, continue ses pulsations. Sous cette forme cylindrique leur agilité étant fort grande, ils circulent rapidement et sans repos dans toutes les directions.

» Cet état de grande mobilité peut durer plusieurs jours. Mais, comme il reste toujours quelques Leucophres ayant conservé leur forme primitive et leur puissant appareil buccal, elles font une chasse acharnée aux petits rejetons, qui ne tardent pas à disparaître. Après avoir épuisé ce nouvel appoint de nourriture, elles se transforment à leur tour et se fissiparent.

» Les petits rejetons isolés et mis à l'abri de leurs voraces congénères finissent par s'immobiliser après cette longue période d'agilité et de jeûne. Ils reprennent alors la forme typique de Leucophre et reconstituent leur appareil buccal. En leur donnant de la nourriture, on les voit l'absorber de suite, s'accroître rapidement et recouvrer la taille normale de l'espèce.

» Au début de ces observations, je crus que ces formes naines étaient peut-être destinées à la conjugaison. J'avais, en effet, eu l'occasion de voir le *Didinium nasutum* et l'*Enchelys farcimen* se préparer à cet acte sexuel par de rapides bipartitions successives, au nombre de quatre. Chaque individu primitif avait ainsi donné naissance à seize descendants, mais de taille beaucoup plus petite, et ceux-ci s'étaient alors accouplés. Chez la *Leucophrys patula*, il ne se produisit aucune conjugaison et tous les petits rejetons retournèrent finalement à la forme normale ou furent dévorés par leurs compagnons.

» Ces bipartitions répétées, en dehors de tout phénomène d'accroissement, peuvent s'interpréter comme une adaptation biologique de la fissiparité destinée à sauvegarder l'espèce dans les moments de disette. Sous sa forme normale, la *Leucophrys patula* est peu agile. Sous sa forme naine, elle circule rapidement et peut s'éloigner des endroits où elle ne trouve plus de nourriture. En outre, ces petits individus, devenus prodigieusement nombreux en très peu de temps, servent de nourriture aux gros retardataires qui ne se sont pas métamorphosés et, dans les cas d'extrême disette, l'espèce pourra être conservée par une sorte d'autophagie.

» Il est fort probable que les observations de Claparède, Stein et Bal-

biani sur des formes naines de *Stentor cœruleus* n'ont pas d'autre signification. Balbiani, il est vrai, les interprète tout autrement, mais son explication s'appuie sur une hypothèse dénuée de tout fondement. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur la phosphorescence des Géophiles.* Note de M. Macé, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans une récente Communication à la Société de Biologie (20 novembre 1886), M. R. Dubois attribue la phosphorescence, signalée chez un assez grand nombre d'espèces de Myriapodes et étudiée par lui chez les *Scolioplanes crassipes* (Koch), à une sorte de mue épithéliale de l'intestin. Par suite, ces cellules se videraient de corpuscules biréfringents, analogues à ceux que l'on observe dans l'appareil lumineux du Lampyre et voisins de la guanine par leurs réactions.

» J'ai eu l'occasion, il y a peu de temps, d'observer la phosphorescence d'un Géophile, que je crois devoir être le *Geophilus simplex* (Gervais) à la longueur des antennes et surtout aux dimensions de leur dernier article. C'était par un temps froid et pluvieux du commencement de novembre, à 7^h du soir. L'individu que je trouvais luisant dans le sable de mon jardin était une femelle. Le phénomène s'est présenté à moi d'une tout autre façon, qui me conduit à l'interpréter bien différemment.

» La phosphorescence me semble due à un liquide incolore, très peu visqueux, se desséchant vite. L'animal, en serpentant, en laisse de longues traînées sur son support. Ces traînées ne proviennent pas de l'orifice anal, comme dans l'observation de M. Dubois, mais bien de toute la surface ventrale du corps. La lumière émise est un peu moins forte que celle qu'émet le Lampyre; elle m'a paru plus verte. Au début de l'observation, la surface dorsale du Géophile était tout entière phosphorescente, mais la lueur présentait d'une façon bien nette, sur les côtés du corps, deux lignes longitudinales de plus forte intensité. La lumière émise par le champ médian était moins vive et plus blanche. Au bout de peu de temps, l'intensité diminue de plus en plus, d'abord sur le dos, puis sur les côtés; enfin on ne remarquait bientôt plus, sur les lignes latérales, d'intensité maximum, qu'une série longitudinale de points brillants qui persistèrent pendant quelques minutes et finirent par disparaître. Ces points brillants, autant que j'en ai pu juger dans l'obscurité profonde où j'étais obligé de me tenir, m'ont semblé situés tout au voisinage des orifices stigmatiques; il en exis-

tait un de chaque côté entre chaque paire de pattes. Ces deux séries se continuaient de la partie postérieure du corps à la tête, la dernière paire de points brillants se trouvant à la base des antennes.

» La lueur éteinte, je n'ai pu, ni ce jour-là ni les jours suivants, en provoquer l'apparition. L'exposition à la chaleur, à la lumière solaire prolongée, diverses excitations mécaniques, rien n'a fait.

» Il est difficile d'appliquer à cette observation l'explication donnée par M. Dubois. Le phénomène est plutôt du même ordre que la phosphorescence de certains Chétoptères et Polynoës, décrite par Panceri et Jourdan. Ces Annélides, comme notre Géophile, doivent cette propriété d'émettre des lueurs à un mucus contenant la substance photogénique et sécrété par certaines cellules de la peau.

» Des coupes transversales du Géophile montrent, dans le voisinage des stigmates, au-dessus et au-dessous de ces organes, des amas de grosses cellules d'hypoderme différentes d'aspect et de dimension de celles qui doublent la cuticule dans les autres parties du corps. Ces éléments arrondis ont un contenu très riche en granulations réfringentes, qui masquent presque toujours le noyau. Elles sont pour nous les équivalentes des cellules de l'hypoderme des élytres de certaines Polynoë et, comme elles, sécrètent un mucus qui tient en dissolution ou en suspension, à l'état de granulations très fines, la substance photogénique. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur le système nerveux typique des Prosobranches dextres ou sénestres.* Note de M. **E.-L. Bouvier**, présentée par M. de Quatrefages.

« Dans une Communication faite à l'Académie le mois dernier, j'ai indiqué, étapes par étapes, les phases successives de la formation du système nerveux des Cténobranches. Je suis en état aujourd'hui de généraliser bien davantage et de donner le schéma du système nerveux commun à tous les Prosobranches (sauf les Néritidés et les Hélicinidés).

» Ce système nerveux est caractérisé par une commissure viscérale chiastoneure, c'est-à-dire tordue en huit de chiffre. Cette commissure a son origine en avant dans les ganglions commissuraux, situés l'un à droite, l'autre à ganche du tube digestif. Elle comprend : 1° une branche sous-intestinale qui part du ganglion commissural gauche, se dirige en arrière de gauche à droite en passant sous l'œsophage, forme un ganglion sous-

intestinal et se dirige vers le cœur en suivant le côté droit du corps ; 2° une branche sus-intestinale issue du ganglion commissural droit; cette branche se dirige en arrière de droite à gauche, forme un ganglion sus-intestinal, se dirige vers le cœur en suivant le côté gauche du corps et se réunit en arrière à la branche sous-intestinale au-dessus du tube digestif. A mesure qu'on s'élève dans le groupe des Prosobranches, on voit se former, à l'endroit où se réunissent les deux branches, un (Scutibranches, nombreux Ténioglosses), deux (le plus grand nombre des Rachiglosses) ou trois (Cône) ganglions viscéraux.

» Mais ce schéma est beaucoup plus compliqué. Le ganglion commissural gauche et le ganglion sus-intestinal innervent l'un et l'autre le côté gauche du corps et notamment le manteau (avec les organes qu'il porte); or le nerf palléal gauche, issu du ganglion commissural, et le nerf palléal antérieur (branchial antérieur), issu du ganglion sus-intestinal, sont en relation par une anastomose importante. A droite, la même anastomose se produit également entre deux nerfs palléaux ayant leurs origines, l'un dans le ganglion commissural droit, l'autre dans le ganglion sous-intestinal. A gauche, depuis longtemps, M. de Lacaze-Duthiers avait mis en évidence l'anastomose chez l'Haliotide, le Vermet et le Cyclostome; quant à l'anastomose droite, il l'a aussi très nettement représentée chez le Vermet et le Cyclostome. La constance de ces anastomoses indique l'importance qu'on doit leur accorder, et je m'appliquai à les rechercher chez les Scutibranches. C'est un travail délicat, car dans ce groupe l'anastomose droite est longue et délicate. Je signalai, il y a un an, les deux anastomoses chez le *Turbo setonis* et depuis je les ai retrouvées chez l'Haliotis et chez les Parmophores. Dans ce dernier genre, elles sont excessivement nettes et très faciles à mettre en évidence, Je crois aussi les avoir entrevues chez la Patelle, mais elles sont plus difficiles à préparer, et j'attends de beaux jours pour affirmer nettement leur existence et en faire une préparation que je conserverai avec celles de l'Haliotis et du Parmophore.

» J'ai montré, dans ma dernière Communication, comment l'anastomose droite, se rapprochant de plus en plus des deux ganglions droits, finissait par les unir directement pour former le système nerveux si frappant de presque tous les Cténobranches. A droite, la même disposition ne se produit que chez les Ampullaires dextres.

» J'ai décrit et déterminé dans les *Comptes rendus* le système nerveux bizarre de ces Ampullaires dextres, et, comme on serait porté à attribuer la torsion du système nerveux à la torsion du corps, j'ai étudié une Am-

pullaire sénestre, le *Meladomus purpureus* (Swains.). Or, dans cette espèce, le tortillon seul a été tordu à gauche; le rectum, les branchies, la fausse branchie et le système nerveux ont gardé la position qu'ils occupent chez les dextres. Le système nerveux, notamment, est absolument identique, avec cette différence que le gros nerf palléal gauche a son origine dans le ganglion commissural gauche et ne se détache pas du ganglion sus-intestinal comme chez les formes dextres. Toutefois, le caractère des Ampullaires reste intact, puisque l'anastomose gauche s'étend directement entre les deux ganglions gauches. Ainsi la torsion n'affecte pas les branchies, le rectum et le système nerveux, au moins chez les Ampullaires sénestres, et cet exemple montrera avec quelle prudence il faut généraliser et édifier des théories sur la torsion; car ce qui se produit ici paraît tout à fait anormal quand on fait la comparaison avec les Pulmonés. Il y a longtemps que M. de Lacaze-Duthiers a montré que, chez les Physes, la torsion sénestre du corps avait amené à gauche le pneumostome, l'organe spécial et le rectum. Or, ce déplacement n'est pas un caractère générique, car j'ai constaté dans le *Bulimus perversus* (Brug.), espèce qui comprend à peu près autant de dextres que de sénestres, un déplacement identique à celui de la Physe chez les formes sénestres. A quoi tient cette différence entre les Pulmonés et les Prosobranches? Tous les Prosobranches sont-ils dans le cas des *Meladomus?* A quoi tient l'asymétrie du système nerveux dans tous ces types? Autant de questions qui exigeront beaucoup de travail avant de recevoir une réponse. »

ZOOLOGIE. — *Nouvelles études anatomiques et physiologiques sur les Glyciphages.* Note de M. **P. Mégnin**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« L'étude anatomique la plus complète qui ait été faite des Glyciphages est due à MM. Fumouze et Ch. Robin (*Journal de l'Anatomie,* 1867). Ces auteurs y donnent la description des deux espèces *Glyciphagus cursor* et *Glyciphagus spinipes,* et, dans les considérations générales qui accompagnent ces descriptions, ils considèrent les Acariens de ce groupe et même de toute la famille des Sarcoptidés comme privés d'organes respiratoires. Chez certains Acariens psoriques, qui font partie de la même famille, nous avons depuis signalé des stigmates, entre autres chez les Chorioptes, où ils sont situés à la base de la première paire de pattes, comme chez certains jeunes Trombidiés. En cherchant au même endroit, chez les Glyciphages,

nous avons aussi trouvé des stigmates qui se présentent sous la forme d'une fente allongée, bordée de lèvres épaisses et protégée par un poil plumeux.

» Dans leur étude, MM. Fumouze et Robin sachant que l'organe génital est sous le thorax et l'anus, en avant de ce prolongement cylindrique, se demandent ce que signifie le petit prolongement cylindrique que toutes les femelles des Glyciphages portent à l'extrémité de l'abdomen. En examinant de nombreuses femelles de Glyciphages, nous avons fini par découvrir le rôle de cet organe : c'est bien un organe génital, mais qui sert exclusivement à la copulation; avant cet acte, c'est un tube ouvert à l'extérieur et communiquant avec une poche sphérique à paroi interne plissée, qui est un véritable réservoir spermatique communiquant de chaque côté avec les deux cornes utérines. Après la copulation, l'ouverture de ce tube s'oblitère, la poche spermatique disparaît elle-même, et les œufs, développés dans les cornes utérines, sont pondus par l'organe génital sous-thoracique, qui ne sert qu'à cela. Les Glyciphages sont les premiers Acariens chez lesquels nous constations l'existence d'un organe spécial de copulation; chez tous les autres Sarcoptides, la copulation se fait par la fente anale, comme nous l'avons maintes fois constaté.

» A la suite de la découverte que nous avons faite, il y a quelques années, de la curieuse métamorphose hypopiale que présentent les Tyroglyphes et quelques genres voisins, nous avons cherché à savoir si les Glyciphages ne la présentaient pas aussi, mais vainement. Seulement nous avons été témoins d'un phénomène aussi curieux, qui montre combien la nature est prodigue de procédés de conservation pour les espèces inférieures.

» On se rappelle que c'est au moment des grandes disettes, et lorsque toute une colonie de Tyroglyphes est prête à périr, que les nymphes octopodes subissent la transformation hypopiale, laquelle leur donne les moyens de s'attacher aux mouches ou à tout autre animal à leur portée, de fuir un lieu de désolation et d'arriver en des lieux plus fortunés et propres à l'établissement d'une nouvelle colonie.

» Dans les mêmes circonstances, les jeunes Glyciphages octopodes présentent le phénomène suivant : dans l'Acarien inerte, une liquéfaction sarcodique de tous les organes contenus dans les membres et dans le tronc s'opère, comme dans la mue; cette substance gélatiniforme se réunit dans la cavité du thorax, sous forme d'une masse sphérique, s'entoure d'une enveloppe chitineuse et présente alors la forme d'un kyste assez analogue à celui que M. Z. Gerbe a étudié chez les Infusoires et qui se forme lorsque la mare

dans laquelle ils vivent vient à se dessécher et d'où ils sortent lorsque la mare se reforme de nouveau.

» Le kyste glyciphagien, comme celui des Infusoires, reste inerte tant que les circonstances qui ont provoqué sa formation persistent, et c'est alors un grain de poussière qui peut être porté au loin selon les caprices du vent, l'enveloppe vide du corps et des membres lui servant de parachute, comme les aigrettes de certaines graines. Nous avons conservé de ces kystes pendant plus de deux ans dans le creux d'une lame porte-objet, recouverte d'une lamelle lutée, et des Glyciphages en sont sortis lorsque nous avons mis les kystes en question en contact avec de la glycérine. C'est ainsi que se forment de nouvelles colonies de Glyciphages, lorsqu'un certain nombre de ces kystes se trouvent réunis dans un milieu convenable, c'est-à-dire où des matières alimentaires abondent. La présence inopinée de myriades de ces Acariens, qui semblent naître spontanément, est bien faite pour étonner.

» C'est ce qui vient d'arriver dans un atelier où l'on préparait de la poudre de viande et où une poussière azotée se répandait dans tous les recoins : des millions de Glyciphages envahirent cet atelier en cinq ou six jours, sans qu'on pût s'expliquer d'où sortaient ces légions d'Aptères. C'est que, quatre ans auparavant, le même atelier avait servi à une fabrique de boutons d'os. Or les os, plus ou moins frais, sont très recherchés par les Glyciphages. Ceux-ci se sont enkystés lorsque la fabrique de boutons a disparu, et ils sont sortis de leurs kystes lorsque la poudre de viande est venue reconstituer pour eux l'abondance. »

NOSOLOGIE VÉGÉTALE. — *Les maladies de l'Olivier; hyperplasies et tumeurs.* Note de M. L. Savastano, présentée par M. Duchartre.

« Nous trouvons dans l'Olivier plusieurs formes d'hyperplasies. Elles diffèrent de la tuberculose (Note I), parce que celle-ci est causée par une Bactérie et que celles-là ont une tout autre cause, au moins jusqu'aux observations présentes. Les formes d'hyperplasies parfois sont isolées, et parfois elles se mêlent. Je les distinguerai et les résumerai dans les groupes suivants :

» Premier groupe. — *Hyperplasies simples.* — Ce groupe comprend les formes où l'on trouve une simple multiplication des unités physiologiques ou même des organes (bourgeons), sans une vraie dégénération de la constitution de ces unités ou de ces organes.

» 1° *Hyperplasie corticale.* — C'est la multiplication des éléments corticaux. Elle se trouve le plus fréquemment sous une forme particulière. Autour de l'insertion de rameaux coupés se forment des rides corticales, et chacune est due à une nouvelle formation d'éléments dans la plante. On trouve encore une autre forme, qui est celle de l'hyperplasie des lenticelles; elle est plus fréquente dans le système radical.

» 2° *Hyperplasie libérienne.* 3° *Hyperplasie ligneuse.* 4° *Hyperplasie libéro-ligneuse.* — La deuxième et la troisième se trouvent quelquefois isolées et d'autres fois s'accompagnent, et alors on a la quatrième sorte. La deuxième se trouve plus fréquemment dans les bourrelets de cicatrisation des plantes les plus productives et qui, en général, sont plus attaquées par la tuberculose. La troisième, au contraire, se trouve dans les plantes plus robustes et moins attaquées. Celle-ci prend quelquefois une forme spéciale : c'est celle d'un renflement en couronne à la base des rameaux. Elle accompagne l'hyperplasie des bourgeons. La quatrième se rencontre dans les plantes fort productives.

» 5° *Hyperplasie du sarcocarpe.* 6° *Hyperplasie de l'endocarpe.* — Elles ne sont pas trop fréquentes; elles se présentent en forme de petits renflements, sans aucune particularité dans le tissu. Je les ai rencontrées dans les variétés productives et particulièrement dans celles à gros fruit.

» 7° *Hyperplasie des bourgeons.* — On la trouve très fréquemment lorsqu'on fait une taille très rigoureuse, ou encore plus si l'on coupe tous les rameaux. Alors, au point où un bourgeon était resté sans se développer, il se forme d'autres bourgeons. D'autres fois, cela arrive sur un point quelconque de la plante. Cette hyperplasie est bien fréquente dans les plantes très productives.

» Deuxième groupe. — *Hyperplasies complexes.* — Ce groupe comprend les formes où l'on rencontre de profondes modifications des unités physiologiques, et il comprend aussi les vraies tumeurs. On peut le subdiviser en deux :

» A. Les unités physiologiques peuvent subir une dégénération morbide; elles se multiplient, mais leurs parois s'amincissent, la forme s'arrondit et toute spécialisation de ces unités (fibres, vaisseaux, etc.) disparaît. Le tissu devient uniforme. Quelquefois on peut rencontrer tous les passages de la forme normale des éléments à leur forme pathologique. On distingue les hyperplasies suivantes :

» 1° *Hyperplasie libérienne.* 2° *Hyperplasie ligneuse.* 3° *Hyperplasie libéro-ligneuse.* — La première et la deuxième peuvent se rencontrer isolées ou

quelquefois réunies, et alors on a la troisième sorte, comme dans les hyperplasies simples. Elles se trouvent dans les plantes prédisposées à la tuberculose; elles ne sont pas trop fréquentes, et ordinairement elles accompagnent la tuberculose.

» B. Dans l'autre sous-groupe, les unités physiologiques prennent une dégénération sclérenchymateuse. Il se forme de vraies tumeurs. On en trouve deux formes caractéristiques :

» 1° *Microsclérome*. — On trouve sous l'écorce de petits nodules (1^{mm} à 5^{mm}), de forme variable, rarement sphéroïdale, plus fréquemment ovoïde. Ces nodules sont formés d'éléments disposés autour du centre du sphéroïde ou de l'axe de l'ovoïde. Les éléments en sont presque uniformes, arrondis et épaissis. Ces nodules sont formés dans la zone cambiale et puis rejetés ordinairement vers la partie libérienne, rarement vers la partie ligneuse. Quelquefois, ils se présentent à l'état miliaire. On peut les considérer comme des bourgeons adventifs avortés, puisque dans certains cas, assez rares il est vrai, certains émettent un très petit rameau.

» 2° *Macrosclérome*. — Tout près du pied de l'Olivier et dans les individus âgés, il commence par se former un mamelon, qui s'accroît rapidement et arrive à des dimensions extraordinaires, dans les contrées méridionales. En même temps que ce mamelon s'accroît, il s'aplatit. Si l'on en fait l'anatomie, on trouve l'écorce normale dans son épaisseur et ses éléments. L'hyperplasie s'est produite dans le bois; la partie centrale de cette excroissance devient plus dure et plus compacte que la partie périphérique; elle prend une couleur rouge foncé. Les éléments anatomiques n'ont plus une disposition droite et normale; mais, quoique épaissis, ils sont enroulés très capricieusement. La différence que j'ai trouvée entre le macrosclérome de l'Olivier et celui des autres plantes, par exemple du Chêne, c'est qu'il ne produit point de bourgeons, tandis que ceux-ci sont très souvent nombreux dans ce dernier arbre.

Troisième groupe. — *Tumeur déformant des nodules*. — On doit en faire un groupe à part, parce qu'il ne rentre pas dans les précédents, quoiqu'il tienne quelque peu de l'un et l'autre groupe. Je n'ai encore trouvé dans l'anatomie pathologique rien de plus bizarre ni de plus capricieux. Sur le tronc et sur les grosses branches radicales de l'arbre, on trouve les nodules très étrangement déformés. Ils sortent également des rameaux radicaux et caulinaires; mais ceux-ci ne se développent que fort peu. Au contraire, les autres s'accroissent, se renflent, se restreignent, se développent d'un seul côté de l'axe, se dichotomisent, s'accolent, se contournent,

s'entortillent. En outre, il s'y forme du tissu, ici morbide, là sclérenchymateux. Pour donner une idée suffisante de ces déformations, il faudrait les figurer. »

GÉOGRAPHIE BOTANIQUE. — *Sur les causes de la présence de plantes réputées calcifuges, dans la région calcaire du Jura*. Note de M. **Ant. Magnin**, présentée par M. Duchartre.

« Les observations de Thurmann, Grenier, Contejean, Saint-Lager et mes recherches personnelles ont montré que la présence de plantes dites *calcifuges* dans les régions calcaires, particulièrement dans les chaînes du Jura, pouvait toujours être expliquée par des modifications locales, physiques ou chimiques, du sol; jusqu'à ces dernières années, on n'a guère invoqué que les dépôts erratiques, les chailles de l'oxfordien, les grès verts et les sables sidérolithiques; des observations plus récentes, faites avec soin et dans une grande partie du Jura, me permettent de rapporter tous les faits anormaux de dispersion constatés dans la flore de cette région à des modifications locales de la composition chimique du sol, reconnaissant l'une des quatre causes suivantes :

» 1° Terrains de transport siliceux superposés aux couches calcaires de la contrée : tels sont les dépôts en placage, les blocs et les moraines du glaciaire alpin, fréquents surtout dans le Jura méridional. On en voit de nombreux exemples dans le Bugey et le pays de Gex, quelques-uns ayant été rapportés à tort aux dépôts sidérolithiques; dans le Jura septentrional, les alluvions anciennes de l'Ognon et des Vosges jouent un rôle analogue, mais seulement à la base et sur les flancs du premier plateau.

» 2° Affleurement de bancs siliceux particuliers à certains étages, en général calcaires, des terrains triasiques, jurassiques et crétacés : les principales modifications du sol, dues à cette cause et ayant une influence manifeste sur la végétation, s'observent au niveau des grès du trias et de l'infralias; des couches à polypiers, à Bryozoaires et du ciret du bajocien; des marnes et des chailles de l'oxfordien et du corallien; des dolomies coralliennes et portlandiennes; des grès verts et des couches à silex du crétacé, etc.

» 3° Terres superficiellement épuisées, provenant de la décomposition de roches silicéo-calcaires sous-jacentes, et transformées, par la lixiviation pluviale, en un sol dépourvu de carbonate de chaux. L'action de ces sols

sur la végétation a été pendant longtemps méconnue; j'ai constaté qu'elle se manifeste principalement sur les plateaux de l'oolithe inférieure et dans les terrains de transport perméables, comme les dépôts glaciaires mixtes (erratique, jurassique et alpin) du Bugey et des coteaux du Rhône.

» 4° Sols organiques, tels que l'humus des forêts et particulièrement celui des forêts de Sapins, le sol des prairies tourbeuses et les tourbières véritables, qu'elles reposent sur un sous-sol siliceux (erratique alpin) ou dans une cuvette calcaire.

» Toutes les preuves de l'influence exercée sur la végétation par ces diverses modifications du sol sont données dans mon récent travail, présenté à l'Académie dans la séance du 28 juin 1886 ([1]).

» J'ai l'honneur de signaler aujourd'hui un nouvel exemple pris dans le massif jurassique et qui avait échappé aux observateurs de la région. Grenier dit en effet, dans son ouvrage sur la Flore du Jura : « Au lias succède l'oolithe ferrugineuse et le calcaire à entroques; puis le calcaire compact ou oolithe inférieure qui renferme de nombreux polypiers siliceux, dont la désagrégation pourrait aussi fournir de la silice. *Mais ceci est encore une donnée plus théorique que pratique; car, sans la nier, il me serait impossible de citer un coin du Jura* où l'influence de ces couches se soit fait sentir sur la végétation d'une manière appréciable ([2]). » Or, non seulement j'ai prouvé, il y a déjà quelques années, l'influence certaine des couches siliceuses du bajocien (couches à Bryozoaires et ciret) sur la végétation du Mont-d'Or lyonnais (*Recherches sur la végétation du Lyonnais*, 1879), mais je viens de constater un exemple des plus concluants, dans la région même explorée par mon prédécesseur Grenier. Sur les plateaux situés entre Salins et Arbois et constitués presque en entier par l'oolithe inférieure, on observe la végétation habituelle aux sols calcaires, surtout dans les terres cultivées; aussi, n'est-ce pas sans étonnement qu'on rencontre, dans les parties boisées formant les ondulations du Porençot, du Sépoit, des Moidons, etc., les plantes suivantes : *Malva moschata, Vaccinium Myrtillus,* le Bouleau, les *Luzula albida, L. maxima, Holcus mollis, Deschampsia flexuosa, D. cæspitosa, Festuca heterophylla, Nardus stricta, Pteris aquilina,* toutes caractéristiques, à des degrés divers, de la végétation calcifuge; c'est que ces émi-

---

([1]) A ce propos, il n'est pas inutile de faire observer que, dans le *Bulletin bibliographique* relatif à la séance du 28 juin, une transposition de lettres a défiguré le nom de l'auteur qui a été imprimé *Mangin,* au lieu de *Magnin.* (*Note de* P. D.)

([2]) *Flore de la chaîne jurassique,* Préface, p. 8; 1875.

nences correspondent précisément aux assises plus ou moins siliceuses du bajocien; la lixiviation pluviale intervient aussi probablement pour diminuer la teneur de ces terres en calcaire; car l'analyse du sol (faite au laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de Besançon) a donné une proportion extraordinairement faible de carbonate de chaux, *inférieure à 1 pour* 100.

» Des observations répétées dans toute l'étendue de la falaise occidentale, c'est-à-dire dans les zones du vignoble et du premier plateau, parties du Jura plus spécialement constituées par les strates du jurassique inférieur, feront certainement constater d'autres exemples de contrastes de végétation dus à la même cause; mais, dès maintenant, on peut avec certitude, et malgré les observations négatives de Grenier, indiquer ces couches calcaréo-siliceuses du bajocien comme formant, avec les dépôts erratiques et les terres superficiellement épuisées, les sols accidentels dont la présence détermine l'apparition de plantes calcifuges contrastantes, au milieu de la végétation normale des sols calcaires du jurassique inférieur. »

MINÉRALOGIE. — *Sur deux roches à béryl et à apatite du Vélay et du Lyonnais.* Note de M. **Ferdinand Gonnard**, présentée par M. Fouqué.

« On sait que les granulites et les pegmatites renferment, entre autres éléments accessoires de première consolidation, la tourmaline, l'almandin, l'apatite et l'émeraude. Mais, si les deux premières espèces minérales sont assez fréquentes en cristaux macroscopiques dans les roches éruptives massives de la partie orientale du Plateau central (Velay, Forez, Basse-Auvergne, Lyonnais), l'apatite et l'émeraude, cette dernière surtout, y ont été jusqu'ici beaucoup moins observées. A la vérité, les anciens minéralogistes de ces deux dernières contrées avaient bien signalé quelques gisements d'émeraude dans les roches primitives des bords de l'Allier et de la Saône; l'étude que j'ai faite de ces divers gisements m'a montré que presque tous ne renfermaient que de l'apatite verte, en sorte que l'émeraude, si abondante sur le bord occidental du Plateau central (pegmatite des carrières de Chanteloube), semble, jusqu'ici du moins, constituer une rareté dans les roches primitives du bord opposé, ou même n'y pas exister. Il y a donc quelque intérêt à mentionner les localités où se rencontre ce silicate.

» J'ai observé l'émeraude ou, plus exactement, le béryl aux environs de

la Chaise-Dieu (Haute-Loire). Au nord et à peu près à 500^{m} de ce bourg, dans le granite porphyroïde à grands cristaux d'orthose de cette région, courent des veines de granulite à lamelles sporadiques de mica blanc; elles offrent de nombreux cristaux trapézoédriques de grenat rouge à formes nettes et arêtes vives, et des traînées de prismes bacillaires de tourmaline noire. En examinant cette granulite avec attention, simplement à l'œil nu, mais mieux à la loupe, on aperçoit des prismes hexagonaux de béryl, ayant plusieurs millimètres de longueur; les uns sont blancs, les autres ont une couleur légèrement ocreuse, et montrent une altération, une kaolinisation plus ou moins profonde; avec eux, mais plus rares, quelques granites d'apatite vert bleuâtre. Ainsi cette roche réalise la quadruple association que je signalais au début de cette Note, association non encore indiquée, à ma connaissance, dans cette contrée (le Velay), si riche en gisements gemmifères. L'apatite, rare dans cette granulite, est beaucoup plus abondante dans de gros blocs de tourmaline noire bacillaire, provenant sans doute de pegmatites des environs immédiats de la Chaise-Dieu, mais dont je n'ai pas retrouvé le gisement précis; elle s'y est développée en cristaux blanchâtres, opaques, assez nets, allongés et parfois d'un volume relativement considérable. Cette association est presque identique à celle de Roure, qui, pour le noter en passant, n'est pas un accident, comme le pensait Fournet, mais appartient, d'après M. le professeur A. Julien (*in litteris*), à un filon qu'il a poursuivi sur environ 2^{km}.

» Le béryl a été, d'après Drian, observé pour la première fois, dans le Lyonnais, aux environs de Lozanne d'Azergues, et notamment à Dommartin, par le marchand naturaliste Lannoi, puis retrouvé par Fournet et par un minéralogiste lyonnais, M. Briffandon. La roche de Dommartin est une pegmatite à feldspath rosé et à grandes lames de mica argentin; les cristaux de béryl y sont rares, ils sont blancs et d'un volume plus considérable que ceux de la Chaise-Dieu, mais ils présentent les indices d'une décomposition très avancée : ce ne sont guère que des agglomérations peu cohérentes de matière, que le moindre effort désagrège; plus fréquemment encore la roche n'offre plus que des vides prismatiques, à section hexagonale, pratiqués dans le quartz, et que traversent ou que hérissent des lamelles ou saillies siliceuses, parfois en prismes pyramidés, qui ont pu se former une fois le cristal disparu, ou pendant le stade de sa kaolinisation.

Au reste, le feldspath même de la pegmatite de Dommartin est également altéré; il est terne, se recouvre, quand on le casse, d'une poussière blanche;

en outre, dans les vides de la roche, il s'est développé des agglomérations d'un mica jaune d'or en très petites lamelles, évidemment de formation médiate; car ils ont parfois rempli un vide prismatique et m'ont offert une véritable pseudomorphose par moulage, dans un prisme hexagonal, de la matière micacée; ils constituent aussi des enduits à apparence cristalline. Ce n'est pas, au reste, la première fois que j'ai observé ces produits micacés de seconde formation dans les roches du Lyonnais; les pegmatites à albite rosée d'Irigny en fournissent un autre exemple. Quoi qu'il en soit, à ces cristaux de béryl plus ou moins conservés, ou même négatifs, s'associent de nombreux prismes de tourmaline noire bacillaire, des grenats rouges en fragments anguleux, noyés dans une matière jaunâtre, partie altérée de leur substance; enfin j'ai aussi constaté la présence de prismes ou de grains d'apatite bleuâtre. On retrouve là encore l'association multiple dont je parlais précédemment; mais, comme dans la granulite de la Chaise-Dieu, l'apatite est assez rare, au moins à l'œil nu, et ce n'est que par l'examen attentif d'un assez grand nombre d'échantillons que j'ai pu la découvrir. Il est fort probable que l'examen microscopique de ces roches en plaques minces y décèlerait la présence de cristaux plus nombreux.

» Une dernière observation sur ce sujet est la suivante : dans ces deux roches, le béryl offre des formes régulières ou des empreintes nettes; l'apatite y est également en cristaux nets. Dans les gneiss des environs de Lyon, au contraire (à Rochecardon, par exemple), les cristaux d'apatite verte paraissent étirés et tordus; ils se sont développés quand la roche se formait, et tous deux ont subi les mêmes actions mécaniques de torsion et de laminage. »

HYDROGRAPHIE. — *Sur une expérience entreprise pour déterminer la direction des courants de l'Atlantique Nord. Deuxième campagne de l'*Hirondelle. Note du Prince **Albert de Monaco**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« L'Académie se rappelle peut-être une expérience hydrographique dont je l'ai entretenue au mois de novembre dernier ([1]). Il s'agit d'un plan d'études sur les grands courants de l'Atlantique dans leurs rapports avec la côte française, dont M. Pouchet et moi avions commencé la réalisation l'année dernière. Cent soixante-neuf flotteurs scientifiquement construits,

---

([1]) *Comptes rendus*, 16 novembre 1885.

placés à quelques centaines de milles dans le nord-nord-ouest des Açores occidentales, devaient montrer la direction générale suivie par les eaux superficielles de l'Atlantique dans ces parages.

» Voici une nouvelle expérience que j'ai réalisée cette année, pour la continuation des mêmes recherches.

» Cinq cent-dix flotteurs ont été répandus sur une ligne presque parallèle au 20e méridien ouest de Paris, voisine de lui, et longue de 500 milles environ. Ces flotteurs, destinés à une expérience purement côtière, sont des bouteilles en verre fort. L'ouverture en est fermée par un bouchon de liège irréprochable, le col recouvert ensuite par un étroit capuchon de caoutchouc ou d'une couche de brai. Ils portent, renfermés en des tubes de verre soudés à la lampe, cinq cent-dix bulletins fournis par l'Imprimerie nationale et dont le texte polyglotte reproduit l'invitation ci-jointe :

» Dans le but d'étudier les courants de la côte française, ce papier a été jeté à la mer par les soins de S. A. le prince héréditaire de Monaco, à bord de son yacht *l'Hirondelle*, et en sa présence. Toute personne qui trouvera ce papier est priée de le faire parvenir aux autorités de son pays pour être transmis au Gouvernement français, en indiquant avec le plus de détails possibles le lieu, la date et les circonstances où ce papier aura été retrouvé.

» Les numéros d'ordre qui distinguent les bulletins, et qui se rapportent à un talon resté entre mes mains, vont de 209 à 719, faisant suite aux numéros des flotteurs immergés en 1885.

» L'opération, commencée le 29 août vers 10^h du matin, s'est terminée le 5 septembre après midi ; elle a duré six jours et douze heures. La rangée de flotteurs s'étend d'un point situé par 42°34′ de latitude nord et 19°36′ de longitude ouest jusqu'en un point situé par 50° de latitude nord et 19° 46′ de longitude ouest, sur une longueur de 444 milles.

» L'irrégularité du vent sur une partie de ce trajet ayant forcé la goëlette de louvoyer plusieurs fois, le développement total de la ligne sur laquelle ont été répandus les flotteurs fournit une longueur de 510 milles. Son milieu, qui est situé par la latitude de l'île de Ré, se trouve à 610 milles de ce point.

» Une scrupuleuse attention présidait jour et nuit aux différentes phases du travail. Les flotteurs étaient fermés après avoir reçu leur tube, par séries de 40, pour éviter l'interversion des numéros et les accidents. Chaque série s'égrenait à la mer sur un espace de 20 milles, et 20 autres milles séparaient les séries entre elles.

» J'ai eu pour auxiliaires, dans cette occupation assujettissante, M. Jules de Guerne, qui était chargé des travaux zoologiques de la campagne, et M. Le Gréné, maître d'équipage à bord, chef de timonerie retraité de la Marine française. Les cinq cent-dix flotteurs ont donc tous passé directement des mains de l'un de nous trois à la mer.

» Je ferai connaître à l'Académie, dans une prochaine Note, les premiers résultats de ces expériences.

» Je n'ai pas négligé, au cours de cette campagne, l'étude des températures profondes et superficielles, si importante au point de vue de la Zoologie et de la Physique du globe.

» Mais pendant que j'étais à la mer, poursuivant mes recherches, l'organe le plus autorisé des Sciences géographiques en Europe me reprochait de n'avoir pas tenu compte des températures dans mon travail sur les courants. On ne peut tout faire à la fois sur un navire à voiles. En tous cas, mes observations de cette année, véritablement antérieures par leur date au reproche qui m'était adressé, y répondent suffisamment, je crois. Quant à mon collaborateur de l'année dernière, M. le professeur Pouchet, enveloppé dans le même blâme par l'organe en question, il me suffira de rappeler ses recherches sur la température du Varanger-Fjord, publiées par les *Annales météorologiques*, où il démontre la non-existence d'un second maximum dans les eaux de la mer Glaciale, contrairement à ce qui était admis jusque-là. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Les essaims périodiques d'étoiles filantes et les mouvements séismiques des années* 1883, 1884 *et* 1885. Note de M. **Ch.-V. Zenger.**

« Une Note publiée dans les *Comptes rendus* de l'année 1883 contient les résultats fournis par l'étude des intervalles périodiques, des périhélies des comètes de 1877 à 1882 et des comètes périodiques qui ont été encore mieux observées. J'ai trouvé comme périodicité moyenne 12,56 et 12,5694 pour ces deux groupes, résultat qui se rapproche beaucoup de la période d'une demi-rotation du Soleil, savoir $12^j,5935$ à l'équateur, d'après M. Faye. J'ai montré, dans une Note publiée récemment dans les *Comptes rendus*, que les périodes de passages des essaims d'étoiles filantes principales coïncident avec les jours des aurores boréales. M. Schiaparelli a démontré, en outre,

que les essaims périodiques se meuvent dans les orbites de comètes périodiques, par exemple de Biéla, Gambart, etc. J'ai été conduit à penser que les nuages cosmiques peuvent, avant, pendant et immédiatement après leur passage près de la Terre, déterminer des décharges électriques énormes entre les nuages et entre l'atmosphère et la Terre elle-même.

» Or il est bien démontré, par l'observation et par des expériences de laboratoire, que les décharges puissantes et continues des nuages orageux ou des conducteurs d'une machine électrique de Holtz, en éclatant dans un espace rempli de vésicules d'eau, de fumées ou de poussières, peuvent produire des mouvements gyratoires puissants, de véritables trombes électriques, dans l'intérieur desquelles la matière pulvérulente se trouve condensée en filets fortement chargés et tombant rapidement à cause de cette accumulation.

» Ne peut-il pas se produire le même effet dans les cavités de l'intérieur de notre planète, par influence ou par les décharges directes, entre le noyau terrestre et l'atmosphère, et entre les nuages cosmiques, dont le potentiel électrique peut être extrêmement différent de celui de la Terre?

» Ce mouvement gyratoire, pénétrant plus ou moins dans le noyau terrestre, déterminera la formation de trombes, dans les gaz, les eaux chaudes, les laves intérieures de la planète; de là, des chocs effroyables contre les surfaces intérieures de la croûte terrestre, des oscillations de la croûte elle-même et parfois la formation de crevasses par lesquelles s'échapperont des gaz, des eaux bouillantes, de la boue bouillante et enfin des laves.

» Si ces rapprochements sont légitimes, on doit observer, aux jours de passages des essaims périodiques d'étoiles filantes, des mouvements séismiques prolongés pendant plusieurs jours, puisque les passages durent parfois une semaine entière, et le mouvement de translation des cyclones dans l'atmosphère se prolonge pendant trois à six jours, et parfois davantage.

» Les tableaux dans lesquels j'ai pu rapprocher les divers résultats observés permettent de tirer les conclusions suivantes :

» 1° Les jours des passages des essaims et des perturbations solaires coïncident avec les jours des mouvements séismiques, pendant les années 1883, 1884 et 1885, et avec les éruptions volcaniques;

» 2° Quand il y a une différence considérable entre les jours du passage de l'essaim périodique et la période de perturbations solaires, on

observe deux groupes de mouvements séismiques rapprochés l'un de l'autre;

» 3° Ces mouvements sont très souvent accompagnés d'ouragans, de cyclones, d'orages électriques et d'aurores boréales. »

M. A. Lucas adresse une Note portant pour titre: « Du niveau des mers, et des influences locales ».

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 décembre 1886.

Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par E. Mascart. Année 1883. II. *Bulletin des observations françaises et Revue climatologique*. Paris, Gauthier-Villars, 1886; in-4°.

La circulation des forces dans les êtres animés. Essai de psychologie scientifique; par le Dr L. Natanson. Paris, Bureau des deux Revues, 111, boulevard Saint-Germain, 1886; br. in-8°.

N'arrachez pas vos vignes. Elles sont sauvées! par M. J. d'Holier. Paris, Baudoin, 1886; br. in-8°.

Archivos do Museu nacional do Rio-de-Janeiro; Vol. VI. Rio-de-Janeiro, 1885; in-4°. (Deux exemplaires.)

Resultados del Observatorio nacional argentino en Cordoba, Benjamin-A. Gould, Director. Vol. XIV. *Catalogo general*. Cordoba, 1886; in-4°.

Guia da exposiçâo anthropologica Brazileira realizada pelo Museu nacional do Rio-de-Janeiro. Rio-de-Janeiro, Leuzinger e Filhos, 1882; in-18.

Bibliotheca historico-naturalis et mathematica. Lager-Catalog von R. Friedlander und Sohn. *Naturwissenschaften. — Exacte Wissenschaften*. Berlin, 1886; 1 vol. in-8° relié.

The nautical Almanac and astronomical Ephemeris for the year 1890. London, John Murray, 1886; in-8°.

Dr. D. Kammel von Hardeggers Expedition in Ost-Afrika. Beiträge zur Ethnographie und Anthropologie der Somal, Galla und Harari, von Dr PHILIPP PAULITSCHKE. Leipzig, P. Frohberg, 1886; in-4°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 27 DÉCEMBRE 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

M. **Jurien de la Gravière**, Président de l'Académie, prononce l'allocution suivante :

« Messieurs,

» L'année que notre éminent Confrère M. Duchartre appelait à si juste titre l'*Année terrible* finissait. Cette cruelle année nous avait enlevé coup sur coup neuf de nos Confrères. Nous croyions nos deuils épuisés : une dépêche expédiée d'Hyères, le 23 décembre 1885 au matin, nous apprit la mort « du Doyen justement honoré de la Section de Botanique ». Depuis une vingtaine d'années M. Tulasne vivait dans le Midi, entièrement retiré du monde. Il en avait le droit, car nul ne paya plus largement sa dette à la Science. M. Duchartre s'est chargé de nous exposer les travaux de notre regretté Confrère : combien de malheureux, si nous osions interroger leur douleur, joindraient leur voix à celle de notre nouveau Confrère, M. Bornet, et, les larmes aux yeux, nous parleraient, avec ce digne successeur de M. Tulasne, de bienfaits ignorés, de vertus qui n'attendaient leur récompense que du Ciel!

» On dirait vraiment que la Botanique ait eu, de tout temps, le privilège de faire des saints et des sages. C'est une Science douce, imprégnée en quelque sorte du parfum des fleurs. Baissée vers les gazons, elle n'a jamais eu la prétention d'escalader le ciel : elle se contente d'admirer humblement le Créateur dans ses œuvres. La Botanique n'en a pas moins surpris bien souvent des secrets que seule, dans ses investigations patientes, elle pouvait nous révéler. Renouvelée depuis un demi-siècle, cette Science charmante et modeste a aussi, comme les Sciences mathématiques, ses grands coups d'ailes. N'établissons donc pas de distinctions trop subtiles entre les travaux de nos savants Confrères. Qui fut jamais plus profond que M. Tulasne dans ses remarquables études sur les cryptogames, études qui, suivant l'expression de M. Duchartre, « ont complètement changé la face de la Mycologie »? En revanche, qui fut plus aimable, plus simple, plus enjoué dans l'exposé des phénomènes les moins accessibles à l'intelligence des profanes que notre honorable Secrétaire perpétuel, M. Jamin? Il est vrai que M. Jamin fut, dit-on, à ses heures, lui aussi, botaniste.

» Et le Doyen vénéré de la Section de Mécanique, ce Savant qu'on eût cru uniquement occupé « de la flexion des pièces solides, de la torsion des » prismes, du choc des barres, de la théorie de l'élasticité », M. de Saint-Venant, en un mot, eut-il une notion moins parfaite de ses devoirs de chrétien que M. Tulasne, un abord moins gracieux, une humeur moins communicative que M. Jamin?

» M. de Saint-Venant est mort plein de jours, octogénaire depuis près de neuf ans; M. Jamin nous a été ravi avant d'avoir accompli sa soixante-neuvième année — nous disions tous, tant le coup nous surprit et nous fut douloureux, avant l'âge.

» Plus jeune, M. Laguerre a emporté dans la tombe « les regrets de ses amis, l'estime de ses confrères, l'affection de ses élèves ». Souhaitons qu'il n'y ait point emporté cette œuvre capitale, objet de ses dernières veilles, que notre illustre Confrère M. Bertrand n'a pas craint d'appeler « le résumé le plus lumineux et le plus savant d'une théorie tant de fois rajeunie et toujours transformée, malgré son admirable perfection : l'attraction des ellipsoïdes ».

» Une perte bien récente encore, celle de M. Paul Bert, résident général au Tonkin, a mis de nouveau notre Académie en deuil. M. Paul Bert a voulu attacher son nom à une grande œuvre coloniale. La tâche était honorable sans doute : il nous sera cependant permis de regretter qu'elle ait tenté un savant de la haute valeur de M. Paul Bert. Se tenir

pour satisfait d'appartenir à l'Institut, d'en partager jusqu'à sa dernière heure les travaux, je n'appellerai pas cela, Messieurs, reployer ses ailes; je ne l'appellerai pas non plus borner son ambition.

» L'Institut — passez-moi ce mouvement involontaire de fierté — m'apparaît comme un arbre aux vastes ombrages et aux profondes racines. Ses cinq branches maîtresses s'appuient et se soutiennent mutuellement : on n'en saurait retrancher le moindre rameau sans qu'à l'instant le tronc saigne et gémisse. S'il n'a pas toujours, comme le laurier antique, préservé ceux qu'il abritait des éclats de la foudre, il a du moins rendu la foudre indécise et honteuse, pour ainsi dire, de ses coups.

» Le culte désintéressé de la Science n'est pas malheureusement un élixir infaillible de longue vie. C'est encore lui, pourtant, qui fait le plus sûrement des centenaires. Il a cent ans, ce grand chimiste que la France vient d'acclamer, et dont la renommée si pure, si universelle, brille, depuis plus de trois quarts de siècle d'un lustre, qui rejaillit sur notre Académie. Il a cent ans et ce n'est qu'un début!

» A peine soustrait aux ovations populaires, nous l'avons vu reprendre sa vie calme, ses travaux quotidiens, repousser pour ainsi dire du pied ce siècle écoulé pour entrer, plus ardent que jamais à sa tâche, dans un cycle nouveau.

» Et quel siècle, pourtant, ce vaillant athlète a parcouru! De combien de triomphes, de désastres, de merveilles, ses années vénérables ne l'ont-elles pas rendu témoin! Mesurez un instant l'espace qui nous sépare de nos ancêtres : un millier d'années semblerait à peine suffisant pour expliquer ce prodigieux avancement de l'esprit humain. Il n'y a plus de distance sur le globe; notre pensée, je dirai presque notre parole, peut en faire le tour en quelques minutes. L'oiseau passe et son vol, derrière lui, laisse une trace qui nous rend jusqu'au frémissement de ses plumes; la vie, dans ses manifestations les plus intimes, cherche en vain à garder ses secrets; la force, invisible et muette pour nos pères, est saisie partout où elle se cachait; le ciel se voit sondé dans ses profondeurs infinies; les astres les plus éloignés, nous ne nous contentons pas de les découvrir, nous avons la prétention, fondée, d'en analyser exactement la substance.

» C'est à vous, Messieurs, à vous qui accomplissez de pareils miracles, qu'il faudrait laisser le soin de les raconter. Vous nous décririez, avec votre admirable compétence, cette lunette colossale de $0^{m},75$ d'ouverture, de 18^{m} de distance focale, don précieux d'une richesse bien employée, qui, comme un aviso envoyé à la découverte, vous rapporte chaque jour

quelque butin nouveau de ses constantes croisières dans le ciel bleu du Midi.

» La puissance de cette lunette monstrueuse était pourtant prévue : ce qui ne l'était pas, ce qui a été pour les astronomes une surprise heureuse en même temps qu'une joie scientifique, ce sont les résultats inattendus de la Photographie appliquée au levé des Cartes célestes. Les solitudes des infinis les plus reculés, solitudes interdites à la vue humaine aidée des instruments les plus perfectionnés, ont tout à coup cessé d'être des solitudes. La Photographie a buriné lentement sur ses plaques des rayons qui venaient de trop loin pour être captés par nos yeux.

» La Chimie, elle aussi, a encore cette année agrandi son domaine. Elle est coutumière du fait. Si les Sciences, à l'instar des puissances politiques, s'étaient entendues pour constituer entre elles un équilibre, on accuserait sans nul doute la Chimie d'aspirer à la prépotence, et on la traduirait à la barre du Congrès.

» Il existait un corps doué d'une énergie chimique supérieure à celle de l'oxygène. On en considérait la purification comme impossible, tant, jusqu'à présent, les minéraux auxquels ce corps était uni le retenaient avec opiniâtreté. Le problème a été résolu, le corps insaisissable a été isolé. M. Fremy avait ouvert la voie; un de ses élèves a touché le but. Telle est la loi des découvertes humaines : les ténèbres ne reculent que devant le flambeau transmis de main en main.

» Quelle sera, demanderont les esprits exigeants, la conséquence pratique, le profit immédiat de ce grand événement dont vous faites tant de bruit? Je répondrai avec mes Confrères et pour ainsi dire par leur bouche : Prévoyait-on que le chloroforme deviendrait le plus puissant des anesthésiques? que l'iode et le brome donneraient à la Thérapeutique et à la Photographie deux agents d'une valeur inappréciable? Quand M. Chevreul étudiait l'amer de Welter, soupçonnait-on que les combinaisons de la matière organique avec les éléments de l'acide nitrique conduiraient à la découverte du fulmi-coton, de l'acide picrique, de la dynamite? Ayons foi dans le fluor ; ne doutons pas de ses destinées futures : le rôle de la Science était de lui donner l'essor ; l'industrie saura bien l'asservir et l'utiliser.

» S'il était un reproche que j'osasse adresser à la Science, ce serait celui de nous avoir, par ses révélations, fait prendre en trop grand mépris notre planète, d'avoir outre mesure abaissé notre orgueil, d'avoir jusqu'à un certain point ravalé au-dessous de son juste niveau notre pauvre et chétive espèce.

» Ne pourrait-il pas résulter de cette humilité, à laquelle un jugement, qui veut être avant tout impartial, nous condamne, un certain dommage pour l'avenir de l'humanité ? Atomes insignifiants, atomes éphémères, pourquoi aurions-nous d'autre ambition que la jouissance présente, d'autre souci que le pain du jour ?

» Les Anciens étaient plus heureux que nous : leurs notions cosmogoniques n'avaient pas encore ravi à l'homme le sentiment de son importance. Au commencement des choses, selon eux, était le chaos. « Fut-ce un Dieu, se demandaient les poètes, fut-ce la Nature, s'amendant elle-même, qui mit enfin un terme au tumultueux conflit des éléments ? » La Section de Géologie n'a pas de réponse à cette question ; elle ne la considère même pas comme étant de son ressort. Ce qu'elle peut nous apprendre, c'est la façon dont se sont opérées les transformations qui ont constitué l'état actuel du globe. Les données qu'elle possède à cet égard sont si positives, si précises, si complètes, qu'elle n'en saurait guère davantage, eût-elle, du haut de l'empyrée, assisté à la séparation et au classement des molécules primitivement confondues.

» La couche terrestre sur laquelle nous campons n'est point encore si bien solidifiée qu'elle ne chancelle quelquefois sous nos pas. Les populations effrayées appellent alors nos géologues à l'aide. Vous l'avez vu récemment ; vous l'avez vu après les catastrophes qui ont désolé l'Andalousie, aussi bien qu'après celles qui bouleversèrent une des îles les plus riantes de la Grèce. On n'empêchera pas la terre de trembler ; on saura du moins, grâce aux savantes études de nos Confrères, à quelle profondeur étaient situés les centres d'ébranlement, avec quelle vitesse les secousses se sont propagées, et, point plus essentiel peut-être, quelle relation existe entre la forme de l'épicentre et le système de fractures géologiques qui a donné son relief au sol. En un mot, et pour parler en prose, on connaîtra dans une certaine mesure les coteaux dangereux, les vallées suspectes, les fonds ou les versants sur lesquels il est plus particulièrement imprudent de bâtir.

» Quand je suivais, en 1841, au Muséum, le cours si instructif de M. Cordier, quand, quelques mois plus tard, je me mettais en route pour la Sardaigne, armé du marteau géologique et tout rempli de la confiante ardeur du chevalier auquel on vient de chausser ses éperons, qui m'eût dit que j'aurais un jour l'invraisemblable honneur d'être le confrère de ces grands professeurs que notre génération devait voir sans alarme succéder aux premiers législateurs des Sciences naturelles, aux Daubenton, aux Jussieu,

aux Lamark, aux Haüy, aux Tournefort, aux Geoffroy, aux Cuvier, aux Brongniart ! Le Muséum a éveillé chez moi les curiosités toujours inassouvies de l'esprit; je lui en garde une sincère reconnaissance.

» Heureuse et paisible République, vraiment digne de servir de modèle aux autres ! Ce n'est pas elle qui suivrait le conseil de Platon et qui ferait reconduire les poètes à la frontière ! Notre aimable Confrère M. Coppée en sait, à coup sûr, quelque chose.

» Le Jardin des Plantes avait déjà mérité de s'appeler le Bois de Boulogne du pauvre; le *Roman de Jeanne* en a fait le rival de l'église des Pamplemousses. Que l'ombre d'Aoutourou s'en réjouisse avec nous ! Aoutourou — est-il bien nécessaire de le rappeler? — fut amené en 1769 de Taïti à Paris par le capitaine Bougainville. On le conduit au Jardin des Plantes; il y reconnaît le bananier. Transporté de joie, il s'élance vers l'arbre qui lui rappelle la patrie absente et en serre la tige dans ses bras. Tous les spectateurs furent attendris. En ce temps-là Jean-Jacques vivait encore et les voyageurs ne rencontraient pas d'incrédules.

» Avec le bananier se sont acclimatés dans les serres, dans les vergers, dans les parterres du Jardin des Plantes : le caféier qui a fait la fortune des Antilles, le mûrier des Philippines, le sophora, le paulownia du Japon, l'ailante de la Chine, le robinia, le dahlia, le chrysanthème, la reine-marguerite, le cobæa, sans compter une foule de variétés précieuses d'arbres fruitiers. Du jardin où tant de soins anxieux entourèrent leur croissance, ces arbres exotiques, ces arbustes, ces plantes rares, se sont répandus à peu près partout; car le Muséum, sous le gouvernement de ses dix-neuf sages, n'amasse des trésors que pour les distribuer.

» On a très justement nommé le grand établissement dont je ne me lasserais pas de vous entretenir, si je ne craignais d'abuser de votre bienveillance, le Muséum d'Histoire naturelle. C'est bien, en effet, une histoire que ces longues galeries, bourrées jusqu'aux combles du tribut des terres et des océans, se sont chargées de nous raconter. Que de richesses rassemblées dans la même enceinte ! La galerie de Minéralogie, à elle seule, avec ses joyaux, ses pierres tombées du ciel, ses masses métalliques arrachées aux entrailles de la terre, aurait, au moyen âge, payé la rançon du captif de Mansourah ; à l'époque de la Renaissance, celle de François Ier.

» Mais passons ! Les régions fossilifères nous attendent. Après des milliards d'années, des milliards de siècles peut-être, la vie s'est enfin éveillée : les plantes naissent les premières; les êtres organisés viennent ensuite. La Paléontologie a interrogé des hypogées bien autrement anciens

que ceux de la haute Égypte. Si vous y descendiez, les Rhamsès, les Chéphren vous sembleraient presque des contemporains. Ces hypogées, muets témoins des temps disparus, sont semés d'une extrémité du globe à l'autre. Des hasards heureux, des recherches infatigables, nous livrent chaque jour leurs dépôts d'armes, d'ossements, de débris de toute sorte, éloquentes reliques lentement amassées. Le monde antédiluvien, depuis quelques années, brise, en tous lieux, du front, la pierre de son tombeau. La Paléontologie est née de ces découvertes. La Paléontologie, ne l'oublions pas, est une science toute française : c'est au Jardin des Plantes que Georges Cuvier l'a fondée. Quelques fragments épars avaient paru suffire à ce grand naturaliste pour reconstituer l'être préhistorique qu'il désigna sous le nom de *Palæotherium magnum*. On contestait l'exactitude de la restitution. D'une carrière à plâtre, exploitée à Vitry-sur-Seine, se lève tout à coup un squelette gigantesque : « Me reconnaissez-vous ? » semble dire le monstre. Comparez au précieux fossile, à sa reproduction photographique, si vous l'aimez mieux, le dessin de Cuvier : lequel des deux est la copie de l'autre?

Je ne saurais nier, aux preuves qu'on m'expose,
Que tu ne sois Sosie, et j'y donne ma voix.
Mais si tu l'es, dis-moi qui tu veux que je sois,
Car encor faut-il bien que je sois quelque chose.

» Jamais la Science n'obtint un triomphe aussi éblouissant et auss complet.

» De toutes les salles du Muséum, il n'en est pas, à mon avis du moins, dont la visite ouvre un plus vaste champ aux méditations des philosophes que cette petite salle dans laquelle M. Gaudry est parvenu à réunir de nombreux spécimens des temps tertiaires et des temps quaternaires. Le massif mégathérium de l'Amérique du Sud, l'*Elephas meridionalis,* plus gigantesque encore, pachyderme exhumé des terrains sédimentaires du Gard; le *Mastodonte* découvert dans le Gers; le *Glyptodon,* mammifère qu'on prendrait à sa carapace pour une énorme Tortue, — une Tortue destinée, suivant la croyance indienne, à porter le monde; — le *Cervus megaceras* aux bois immenses; le *Dinornis* de la Nouvelle-Zélande, désigné à bon droit sous le nom d'*oiseau terrible;* le *Pelagosaurus*, l'*Ichthyosaurus,* le *Diplocynodon,* en d'autres termes, le Lézard de mer, le Lézard-Poisson et le Crocodile à double canine, semblent s'y être donné rendez-vous comme aux premiers jours de la création. Une galerie contiguë à cette

pièce, inaugurée depuis deux ans à peine et devenue déjà insuffisante, met en relief l'histoire du monde organique. Cette histoire, à peu près ignorée de nos pères, commence aux temps des *Trilobites*, Crustacés à trois lobes, — on ne saurait guère remonter plus haut; — elle se termine au jour où rayonna enfin, sur le globe terrestre refroidi, la figure de l'homme.

» Quand l'homme apparut, la surface de notre planète était depuis longtemps occupée. Jeté nu, sans défense, sans armes naturelles, sur cette terre qu'il venait disputer à des monstres dont l'hydre de Lerne et le sanglier d'Érymanthe n'ont été que le souvenir affaibli, comment l'homme a-t-il pu soutenir la lutte qui, pour tant d'autres espèces supérieures à la sienne par la force, par l'agilité, par l'acuité des sens, devait aboutir si promptement à la destruction totale? L'homme a lutté pourtant : il a lutté et il a vaincu. Ce qui sauva notre espèce dans sa détresse extrême, ce fut, — laissez-moi emprunter les expressions mêmes d'un de nos Confrères, d'un oracle en fait d'Anthropologie, de M. de Quatrefages, — ce qui sauva notre espèce, ce fut « le *je ne sais quoi* qui fait d'un organisme tout animal » un homme ».

» Loin de moi la pensée de blâmer la circonspection respectueuse de la Science; je réclame seulement le bénéfice de mon ignorance : j'ai le droit d'être plus audacieux que vous, parce que mes paroles n'ont pas la même portée. Ce qui sauva l'homme, ce qui lui garantit tout à la fois la vie et l'empire, votre je ne sais quoi en un mot, ne serait-il pas simplement le principe immortel et divin dont tant de grands esprits ont eu l'intuition et ont proclamé l'existence? Si tout ce qui respire est destiné à se perdre un jour dans la masse confuse de l'univers, si rien ne nous distingue du reste des animaux, comment osons-nous encore nous arroger le droit de torturer nos frères? La chasse ne devient-elle pas un meurtre, la vivisection un crime?

» Je sais bien que tous les humains ne semblent pas faits de la même argile, que s'il en coûte peu d'animer du feu du ciel l'Apollon du Belvédère et la Vénus de Milo, les Fuégiens, les Hottentots, les Papous auront plus de peine à trouver des Prométhées. Ces races disgraciées ont pourtant les mêmes droits que nous à l'héritage d'Adam et d'Ève. Écoutez à ce sujet l'éminent Confrère dont j'invoquais tout à l'heure l'autorité : « Depuis les » premières années de ce siècle, m'a dit M. de Quatrefages, les anthropo» logistes se sont partagés en deux camps : les uns admettent l'existence » de plusieurs *espèces* humaines : ce sont les *polygénistes;* les autres font » sortir tous les hommes d'une seule et même souche. Ils ne voient dans

» les différences qui distinguent les divers groupes humains que des ca-
» ractères de *races* : ce sont les *monogénistes*. » M. de Quatrefages est le champion convaincu du monogénisme. Notre espèce, suivant lui, a d'abord été cantonnée sur un point unique du globe : dès les temps quaternaires, elle avait peuplé la terre. En changeant de milieu, en se créant les conditions d'existence les plus diverses, l'homme devait inévitablement faire varier ses caractères secondaires. M. de Quatrefages a voulu, avant tout, rester naturaliste. Est-ce sa faute, ou celle de son sujet, s'il s'est montré excellent philosophe?

» Tous ces maîtres, dont il m'est donné de recueillir avec avidité les leçons, finiraient par m'entraîner bien loin de ma sphère, par me faire oublier, à votre juste scandale, mon incompétence. Il est temps que je me souvienne de la Section à laquelle j'appartiens. Ce n'est qu'en ma qualité de marin et de navigateur que j'ai le droit d'élever la voix sous cette coupole.

» La marine de nos jours ne ressemble guère à la marine que j'ai connue dans ma jeunesse. Elle diffère peu cependant de la marine de 1870 et de 1871. Ce sont surtout les idées stratégiques qui, depuis 1871, ont changé. On cherchait la force; on poursuit aujourd'hui la vitesse. Sous ce rapport, on a fait des pas de géant. L'Atlantique se traverse en huit jours, et les tempêtes ne comptent plus. L'Océan est littéralement dompté. M. de Lesseps pourra, quand vous voudrez, vous en confirmer l'assurance.

» Hâtez-vous seulement de l'interroger, car notre Confrère va peut-être bientôt repartir pour un nouveau voyage. C'est un esprit inquiet : « Je ne
» puis, disait-il, quand l'Académie française l'accueillit dans son sein, je
» ne puis vous promettre de rester bien tranquille dans ce fauteuil ».

» Les allures excessives de nos grands oiseaux de mer, le besoin immodéré d'abréger les distances ont complètement modifié les procédés de navigation. A toute heure du jour ou de la nuit, les lunettes des sextants sont braquées vers le ciel. Il faut une base à la mesure des angles sur lesquels s'appuient nos calculs. Cette base, l'horizon de la mer jusqu'ici nous l'avait fournie : ligne incertaine souvent, ligne, durant la nuit, trop facile à confondre avec la moindre ride que produit le soufle de la brise sur les eaux. Une ingénieuse invention — vous allez tout à l'heure la récompenser — ne tardera pas à nous affranchir de cette servitude gênante. Nous porterons désormais l'horizon au bout de nos lunettes. Il y a près de trois siècles qu'on retournait de tous côtés le problème. S'inspirant des idées de l'illustre Académicien qui, le premier, nous fit toucher du doigt le mouvement de

la Terre, M. le capitaine de vaisseau Fleuriais a trouvé la solution. Nous possédons, grâce à lui, un instrument capable de garder sensiblement la verticale, malgré les mouvements les plus désordonnés du roulis.

» La fameuse ballade, décidément, a menti : ce ne sont pas les morts seuls qui vont vite; les navires aussi s'en mêlent. Gare aux rencontres! Gare surtout aux cailloux! Ah! les cailloux! quel cauchemar perpétuel pour nos gigantesques cuirassés! Une coque de vingt millions de francs peut trébucher sur la moindre aiguille de granit. La Méditerranée n'a guère, il est vrai, de ces pièges; les mers du Nord en sont semées. Chacun a ses préoccupations; je ne dissimulerai pas les miennes. Le tirant d'eau, voilà l'ennemi! J'ai vu la marine impuissante quand la patrie succombait : je désire ardemment qu'elle ne soit plus, le cas se représentant, exposée à une inaction aussi douloureuse.

» Je ne vous entretiendrai pas des questions qui divisent en ce moment les esprits; je vous dirai seulement : Dans les périodes de transformation, ce sont toujours les meilleurs officiers que vous trouverez le plus rebelles au changement. Bayard n'eût jamais consenti à munir ses soldats d'arquebuses; combien de fins manœuvriers essayaient encore, avant la guerre de Crimée, d'écraser dans son œuf la marine à vapeur! Je l'avouerai à ma honte : j'en étais!

» On a fait de si belles choses avec la marine à voiles! On a forcé l'entrée du Tage et celle de la Tamise; on a bloqué l'Escaut en plein hiver. La marine à vapeur n'en ferait peut-être pas autant. Si l'inventeur des galiotes à bombes, Renau d'Élisagaray, si le vainqueur du combat de Mahon, le célèbre marquis de la Galissonnière, si l'héroïque commandant du *Magnanime,* le marquis d'Albert, si Chabert, Fleurieu, Borda, Bougainville, Rosily-Mesros, Rossel, Freycinet, Roussin, Bravais, Duperrey, Du Petit-Thouars, — ils ont tous appartenu à notre Académie, — sortaient de leur tombeau, vous les verriez, j'en suis convaincu, s'accrocher encore d'une main désespérée à leurs vieux huniers.

» Vous avez, messieurs, par deux fois, à des intervalles bien rapprochés, appelé la Section de Géographie et Navigation aux honneurs de la présidence. Ne craignez-vous pas qu'on ne vous soupçonne d'une prédilection exagérée pour la marine? Il y a quelques années, s'il m'en souvient bien, on vous proposa de modifier le nom de notre pacifique Section, d'y comprendre, sous un nouveau titre, toutes les sciences militaires : l'Académie repoussa jusqu'à la pensée de ce projet. Peut-être intérieurement l'Académie se reprochait-elle de n'avoir que déjà trop contribué à rendre, sans le

vouloir, la guerre plus meurtrière. L'étiquette qu'on lui recommandait, bien que séduisante, pouvait imprimer un nouvel élan à des recherches dont l'homme, en sa furie, se serait empressé de faire un funeste usage. L'Académie se retrancha derrière ses traditions : elle sera toujours au fond de l'avis de M. Hubert.

» M. Hubert! Ce nom ne vous dit rien peut-être : il fut pourtant fameux autrefois, presque aussi fameux que l'a été, à une époque plus rapprochée de nous, le nom de notre grand ingénieur, de notre regretté et sympathique Confrère, de M. Dupuy de Lôme.

» J'ai connu dans ma jeunesse M. Hubert. Ce fut lui qui construisit le *Sphinx,* le premier navire à vapeur français qui ait marché. Sentant un jour, au milieu du bal, le parquet fléchir et se relever sous les pas des valseurs, M. Hubert ne put retenir ce cri du cœur : « Que de force perdue! » murmura-t-il à l'oreille du préfet maritime. Si la danse est une consommation de force sans profit, que dirons-nous de l'art de détruire!

» Un noble et puissant vaisseau, pareil au cygne majestueux qui fend l'onde, sera brusquement arrêté dans sa course par cet engin sournois que notre honorable Confrère, l'amiral Pâris, appelait, il y a quelques jours, l'*ignoble torpille;* il disparaîtra dans le gouffre, arrachant, je ne dis pas seulement au philosophe, mais au marin même qui l'aura frappé, un involontaire gémissement? Est-ce la guerre cela? Est-ce la guerre telle que, depuis Homère, l'ont chantée les poètes? Même après l'invention déplorée de la poudre, la lutte prolongée avec ses nuages de fumée sillonnés par l'éclair du canon, entourait encore le front des combattants d'une sorte d'auréole; la guerre d'apothicaire — ainsi la qualifiait une indignation généreuse — l'action foudroyante, inattendue, des substances explosives, c'est la destruction triste. Pourquoi, dans cette voie, ne pas rétrograder jusqu'à l'empoisonnement des fontaines?

» Il faut pourtant en prendre son parti. La guerre n'est pas un jeu; elle n'a ni pitié ni scrupules : la guerre ne connaît qu'un frein — la crainte des représailles. C'est pour cela qu'il convient de ne faire jamais que des guerres justes. Quand Canaris étreint des flammes de son brûlot les flancs du trois-ponts qui porte le capitan-pacha, vous est-il arrivé de prendre parti pour la victime? Que la Science continue donc avec sérénité de nous fournir des armes, l'usage que nous en ferons ne lui donnera pas lieu, je l'espère, de s'en repentir. La marine française — je ne suis pas le seul à lui rendre cette justice — est une marine instruite. Ce qui vaut encore mieux,

c'est une marine dévouée. Le sentiment du devoir s'y rencontre à tous les degrés de la hiérarchie. Au cœur de chacun de nos officiers, de chacun de nos matelots, vous trouverez la vieille devise inscrite au fronton de nos dunettes : « Honneur et patrie ». Vous y trouverez aussi le culte du bon ordre et de la discipline.

» A tous ces titres j'ose prier l'Académie, la grande dispensatrice des lauriers scientifiques, de nous conserver ses sympathies. »

PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1886.

GÉOMÉTRIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES

(Prix du Budget).

(Commissaires : MM. Hermite, Bertrand, Darboux, Jordan; Halphen, rapporteur.)

L'Académie avait proposé, comme sujet de concours pour le grand prix des Sciences mathématiques en 1886, la question suivante : « *Étudier les* » *surfaces qui admettent tous les plans de symétrie de l'un des polyèdres régu-* » *liers.* »

Elle appelait, en particulier, l'attention des concurrents sur celles de ces surfaces qui sont algébriques et du plus petit degré, ou qui jouissent de quelque propriété remarquable relative à la courbure.

Trois Mémoires sont parvenus au Secrétariat avant l'époque de la clô-

ture du concours. L'un d'eux, inscrit sous le n° 1, est accompagné d'un supplément, déposé à une époque ultérieure. Ces Mémoires portent, tous trois, l'empreinte d'un travail sérieux.

Le Mémoire n° 1 a pour devise : *La clarté est l'éloquence des Sciences.* Il contient une étude très soignée des surfaces du troisième et du quatrième degré admettant les plans de symétrie du tétraèdre régulier ou du cube; mais il n'aborde pas les surfaces ayant les plans de symétrie de l'icosaèdre. Par la nature des questions traitées, ce Mémoire, bien fait, mais trop élémentaire, a paru ne pas répondre suffisamment au désir de l'Académie et ne pouvoir mériter une récompense.

Le caractère général du Mémoire n° 3 est moins élémentaire; on y trouve déjà quelque connaissance des progrès modernes de la Géométrie analytique. Ce Mémoire porte pour devise : *Cette géométrie idéale qui est une des conditions du beau et qui réside dans la symétrie, dans la proportion, dans tous les rapports de mesure....* Il contient l'étude intéressante de plusieurs surfaces ayant les plans de symétrie, non seulement du tétraèdre régulier ou du cube, mais encore de l'icosaèdre régulier. Malheureusement, une erreur, commise dès le début, enlève aux résultats une partie de leur valeur. Néanmoins, la Commission, voulant rendre hommage au talent mathématique de l'auteur, lui décerne une *mention honorable*.

Le Mémoire inscrit sous le n° 2 a pour devise : *Non multa, sed multum.* Il est divisé en trois Parties, dont la première concerne la recherche des équations générales propres à représenter toutes les surfaces ayant les plans de symétrie d'un polyèdre régulier, tétraèdre, cube ou icosaèdre. L'auteur trouve ces équations par des procédés rigoureux et élégants; on reconnaît là, dès l'abord, un géomètre familier avec les théories toutes modernes d'Algèbre où les polyèdres réguliers jouent un rôle prédominant. Il étudie rapidement les plus simples de ces surfaces qui sont algébriques et aborde, dans la seconde Partie, la recherche vraiment intéressante des surfaces *minima* qui ont les symétries demandées. Pour y parvenir, il emploie la représentation des surfaces *minima* sous la forme donnée par M. Weierstrass et l'interprétation géométrique que l'on doit à M. Lie. Dans ce mode de représentation, les coordonnées d'un point quelconque sont exprimées explicitement au moyen d'une variable complexe par l'intermédiaire d'une *fonction caractéristique*. L'auteur du Mémoire n° 2 cherche comment on doit choisir cette fonction caractéristique pour que la surface ait les plans de symétrie d'un polyèdre régulier. Cette

recherche se trouve extrêmement facilitée par la connaissance des théories algébriques dont M. Félix Klein a publié un exposé lumineux dans son récent Ouvrage, intitulé *Vorlesungen über das Ikosaeder*. Grâce à ces théories si perfectionnées, le géomètre érudit dont nous analysons le travail a pu, sans difficulté, trouver la représentation générale des surfaces *minima* algébriques ayant les symétries de l'un quelconque des polyèdres réguliers. La troisième Partie est d'un moindre intérêt; on n'y peut guère remarquer qu'une généralisation, bien facile, du tétraèdre régulier et du cube pour l'espace à plus de trois dimensions. On doit regretter que, dans une rédaction hâtive, l'auteur ait seulement indiqué les résultats de quelques calculs sans en donner le détail, et laissé à son travail une forme trop peu achevée. Mais, considérant qu'il a fait preuve de connaissances étendues sur le sujet proposé par l'Académie, la Commission émet l'avis de lui décerner le prix.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

Conformément au Règlement, M. le Président procède à l'ouverture du pli cacheté accompagnant le Mémoire couronné et proclame le nom de M. **Édouard Goursat.**

Informé du résultat du concours, l'auteur du Mémoire inscrit sous le n° 3 a exprimé le désir que le pli cacheté accompagnant son travail fût ouvert. M. le Président a proclamé le nom de M. **Lecornu.**

PRIX FRANCOEUR.

(Commissaires : MM. Hermite, Darboux, Laguerre, O. Bonnet; Bertrand, rapporteur.)

La Commission propose à l'Académie de décerner le prix Francœur de l'année 1886 à M. **Émile Barbier.**

Cette proposition est adoptée.

MÉCANIQUE.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROITRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

(Commissaires : MM. Jurien de la Gravière, Pâris, Bouquet de la Grye; de Jonquières et Mouchez, rapporteurs.)

Rapport sur le gyroscope-collimateur de M. G. Fleuriais; par M. DE JONQUIÈRES.

I. De nos jours, où l'emploi de la vapeur comme force motrice et celui du fer ou de l'acier comme matière de construction ont, grâce aux progrès connexes de l'architecture navale, donné aux navires une marche plus rapide, avec des dimensions plus grandes, et, par suite, rendu plus nombreux, plus considérables et plus exigeants, les intérêts de toutes sortes qui y sont engagés, il n'est pas de plus important service à rendre aux marins que d'accroître la sécurité de leur navigation par le perfectionnement des méthodes et des instruments servant à déterminer la position géographique du navire sur la surface de la mer, ainsi que la direction et la vitesse de la route (1).

En ce qui concerne ces deux derniers points, de récents perfectionnements ont été apportés à la boussole et au loch et ont amélioré *l'estime* de la route à un degré tel, que le navigateur, lors même qu'il est privé pendant deux ou trois jours du contrôle des astres, peut atterrir avec une précision suffisante, à la condition de parcourir des parages où le régime des courants soit bien connu (2).

---

(1) Le perfectionnement des cartes hydrographiques n'a, bien entendu, pas moins d'importance, et si nous ne le mentionnons ici qu'incidemment, c'est qu'il ne se rattache pas directement à l'objet du présent Rapport.

(2) C'est ainsi que certains paquebots faisant le trajet d'Europe à Halifax entrent le plus souvent dans une brume épaisse à l'accore orientale du grand banc de Terre-Neuve, n'ayant plus, à partir de ce moment, que les indications de la boussole et du loch, pour franchir les 200 lieues marines qui les séparent encore de l'atterrage des côtes

Malheureusement cette notion exacte des courants de surface lui fait le plus souvent défaut, et il se trouve dans l'obligation de rectifier le point estimé, de nuit comme de jour, par des observations astronomiques d'autant plus fréquemment répétées que la vitesse du navire est plus accélérée ([1]). Aussi accueille-t-il avec reconnaissance tous les perfectionnements qui touchent à l'Astronomie nautique, en particulier ceux qui ont pour effet de rendre l'horizon de la mer et les étoiles plus visibles dans les instruments à réflexion dont il fait usage.

Déjà quelques progrès ont été réalisés dans cette voie ([2]), mais encore très insuffisants et qui ne laissaient guère espérer une solution complètement satisfaisante de ce problème compliqué et difficile. Comment supposer en effet que de simples perfectionnements dans la lunette du sextant pussent jamais donner à l'horizon de la mer, pendant la nuit, une apparence nette qu'il n'a que rarement? D'autres fois, pendant le jour, tandis que le disque solaire, assombri mais nettement défini dans son contour, offrirait au marin un précieux élément d'observation, c'est la ligne d'horizon, « cet extrême bord du cercle des choses visibles » ([3]), qui lui est cachée par la brume, ou seulement rendue trop douteuse lorsque « les nuages inférieurs, disposés en une bande d'ombre intense, emplissent les lointains d'indécision et d'obscurité ([4]) ». Dans ces divers cas, ce serait donc lui rendre un inappréciable service que de lui fournir, à défaut de l'horizon visuel, une ligne factice horizontale, sur l'exactitude de laquelle il pût compter dans la mesure des besoins pratiques de la navigation ([5]).

C'est précisément ce bienfait que, en marchant plus sûrement dans une voie jadis tracée ([6]), lui apporte enfin M. Fleuriais, capitaine de

---

de la Nouvelle-Écosse. Néanmoins ils arrivent avec précision au cap Sambro, sans avoir été obligés de s'arrêter trop fréquemment pour consulter la sonde, grâce à la vigilance incessante qu'un officier, spécialement chargé de ce soin, exerce sur le timonier qui gouverne et sur le loch.

([1]) A bord des paquebots rapides, le *point* est fait une fois au moins par *quart*, c'est-à-dire toutes les quatre heures, et autant que possible par l'observation des astres.

([2]) Voir le Rapport de l'amiral Pâris en date du 6 février 1882 (*Comptes rendus*, t. XCIV).

([3]) Pierre Loti, dans son beau livre *Pêcheur d'Islande*, p. 290.

([4]) *Ibid.*, p. 14.

([5]) Ce qui importe au navigateur, c'est bien moins une exactitude absolue que la certitude d'avoir sa position entre des limites définies, d'ailleurs suffisamment rapprochées l'une de l'autre.

([6]) Serson, en 1752, et, un peu plus tard, Smeaton, perfectionnant la toupie de

vaisseau, par l'ingénieux accessoire qu'il vient d'ajouter au sextant, et qu'il désigne sous le nom de *gyroscope collimateur* dans le Mémoire dont nous avons à rendre compte à l'Académie.

Avant d'en examiner le principe et la théorie, parlons d'abord de l'instrument.

II. Il se compose d'une toupie, dont la figure se rapproche de celle d'un tore ayant son centre de gravité très peu au-dessous de la pointe, à laquelle on imprime (par un procédé qui sera décrit plus loin) un mouvement rapide de rotation autour de son axe de figure (30 à 35 tours par seconde). La pointe, très fine, en acier trempé *dur*, repose sur une petite crapaudine, en forme de calotte sphérique, de même métal, et n'y est ni trop à l'aise, ni trop à l'étroit. Une goutte d'huile, déposée au fond de cette creusure, s'oppose aux grippements et atténue le frottement à ce point que, sans recevoir un supplément d'impulsion, la toupie peut tourner pendant plus de quinze minutes. Le mécanisme est protégé dans son ensemble par un tambour-enveloppe contre les chocs et influences extérieurs, et s'adapte au sextant, lorsque celui-ci est tenu verticalement, à l'aide d'un tenon maintenu par un ressort, en arrière du petit miroir. Ses dimensions et sa position (une fois qu'elle est en place) sont telles, que l'axe optique de la lunette croise le diamètre vertical (*fictif*) de la sphère dont la crapaudine forme une zone, à 13^{mm} environ au-dessus du fond de celle-ci.

La surface supérieure de la toupie est plane et circulaire. On y a implanté solidement ([1]), de part et d'autre du centre de ce cercle, deux lentilles plan-convexes, réduites, par le rodage, à leur région centrale (afin d'obtenir ainsi l'atténuation des aberrations de sphéricité et de chromatisme), dont la distance focale est égale à la distance qui les sépare. Leurs faces planes, tournées vers le centre, se regardent, normalement au plan de la toupie, et sont parallèles entre elles. A la hauteur de leur axe optique, un trait fin de diamant, noirci, a été gravé sur leur face plane, parallèlement au plan de la toupie. L'axe optique de la lunette traverse les milieux de ces deux traits lorsque, la toupie étant verticale, la ligne droite qui joint ces points milieux est dirigée vers l'observateur.

Serson, avaient déjà proposé et exécuté des horizons artificiels à toupie pour la pratique des observations à la mer. (Voir *Philosophical Transactions,* 1752, t. 47, p. 352, et Guépratte, *Problèmes d'Astronomie nautique,* etc. 3e édition, 1839, t. I, p. 50).

([1]) Le mode d'ajustage est tel, sans nuire à la solidité de leur implantation, qu'on puisse rectifier la distance au plan supérieur de la toupie et le parallélisme avec ce plan des traits gravés sur les lentilles.

D'après ces dispositions (dont l'ensemble constitue un collimateur double), chaque fois que les lentilles présentent leurs faces planes normalement à l'axe optique, l'observateur voit l'image du trait le plus éloigné de lui, telle que la produit l'autre lentille interposée; donc, comme si les rayons qui l'ont formée arrivaient de l'infini à l'objectif, c'est-à-dire avec la même netteté que celle de l'astre observé, qu'il amène en même temps, par réflexion, dans le champ de la lunette.

Actuellement, supposons que la toupie décrive une demi-révolution, celui des deux traits qui était visible dans la lunette sort du champ, et son image disparaît, pour y être remplacée peu après par celle du trait de l'autre lentille. Si le mouvement de révolution se continuait avec lenteur, l'œil appliqué à l'oculaire aurait donc la sensation intermittente de semblables apparitions et disparitions successives. Mais, si ce mouvement s'accélère, la persistance des impressions produites sur la rétine ne tardera pas à donner la sensation continue de ces images superposées, c'est-à-dire celle d'une ligne noire permanente, qui serait fixe si la toupie *dormait*. D'ailleurs l'axe de la toupie serait alors, comme on sait, vertical; donc, comme cette ligne est constamment la trace, sur le plan focal de la lunette, du plan normal à l'axe de la toupie, l'image en question serait celle d'une ligne noire horizontale, occupant dans la lunette la même place (à l'angle près de la dépression) que celle de l'horizon de la mer, lorsque la lunette est dirigée sur celui-ci [1].

Tel est l'*horizon factice*, créé par M. Fleuriais et appelé par lui *repère*. On conçoit dès lors que, sans rien changer aux habitudes des marins pour les observations à la mer, on puisse amener au contact de ce repère l'image réfléchie de l'astre, dont on veut mesurer la hauteur, et le problème serait résolu, si la toupie dormait toujours dans la verticale vraie, où, comme on sait, le frottement de sa pointe [2] tend toujours à la redresser assez

---

(1) Il peut arriver, par suite d'un vice de construction, que les traits ne passent pas exactement sur les centres optiques. Mais, comme les traits sont gravés sur les lentilles mêmes, cette erreur est une *constante*, dont on détermine, *une fois pour toutes*, la valeur par comparaison du repère avec l'horizon de la mer. On trouvera ci-après (p. 1311 au *Nota*) un exemple de cette détermination, invoqué, à l'endroit cité, comme une preuve expérimentale de la perfection théorique et pratique du gyroscope collimateur.

(2) La *pointe* de la toupie n'est jamais un point mathématique : c'est une surface de révolution, osculatrice d'une sphère de court rayon. Par suite, la toupie, lorsqu'elle est inclinée, si peu que ce soit, *roule* et *frotte* par la circonférence du petit cercle par lequel elle est en contact avec le support, et ne *pivote* pas sur un point.

promptement et à fixer son axe. (La durée de ce redressement est d'environ deux minutes dans l'instrument de M. Fleuriais, quand la toupie tourne très rapidement) [1].

III. Il est clair que cette fixité absolue est, dans bien des cas, impossible à conserver à bord, tant à cause des mouvements de l'observateur (s'ils sont un peu brusques) que par l'effet des oscillations du navire (si elles le sont aussi). En réalité, l'axe aura souvent un mouvement de précession autour de la verticale, sous une obliquité variable, plus ou moins grande. Alors on verra, dans le champ de la lunette, le repère s'élever, s'abaisser, s'incliner légèrement et alternativement à droite et à gauche de l'horizontale, et l'observateur percevra successivement, à des intervalles à très peu près réguliers, deux phases l'une de *maximum*, l'autre de *minimum*, dans le sens de la hauteur, de part et d'autre de la trace idéale de l'horizon vrai, en chacune desquelles le repère sera horizontal. La théorie de la toupie enseigne, en effet, que, sauf des perturbations accidentelles, la vitesse du mouvement de précession est à très peu près indépendante de l'obliquité de l'axe, si la rotation de la toupie est considérable, et, en outre, est invariable, si celle-ci demeure constante, ne s'accélérant que si la rotation va en diminuant.

En conséquence, si l'observateur, agissant simplement sur la vis de rappel, conserve l'image d'un objet supposé d'abord immobile, ou d'un astre, tel que la Polaire, ou de tout autre passant dans le plan du méridien (et pas trop près du zénith) qui tende vers la même condition de presque immobilité, conserve, disons-nous, cette image en coïncidence constante avec le repère, en ayant soin d'ailleurs de maintenir *à vue* le parallélisme entre ce dernier et le fil du réticule de la lunette perpendiculaire au plan du limbe du sextant, les instants de maxima et de minima seront nettement accusés, en ce sens que ces instants seront ceux où le sens de rotation de la vis de rappel devra être inversé. Il ne restera donc plus qu'à faire une moyenne des lectures extrêmes sur le tambour micrométrique, substitué par M. Fleuriais à la vis de rappel ordinaire, dans le but d'éviter la lecture directe sur le limbe pendant la durée de l'observation; d'ailleurs ces tops et ces lectures devront, dans ce cas, être au nombre de trois au moins [2],

---

(1) Tel était aussi le temps que la toupie de Serson mettait tout d'abord à se redresser.

(2) Il s'ensuit que la moyenne n'est pas ici une moyenne arithmétique, mais est

correspondant soit à deux maxima consécutifs et au minimum intermédiaire, soit à deux minima consécutifs et au maximum intermédiaire, afin de tenir compte du redressement de l'axe de la toupie qui, pendant la durée des observations, décrit un cône spiral rentrant autour de la verticale vraie, et non pas un cône circulaire pour lequel, s'il existait (c'est-à-dire si, la pointe n'ayant pas de frottement, l'axe ne se redressait pas), deux observations, l'une de maximum, l'autre de minimum, consécutifs, suffiraient évidemment.

IV. Lorsque l'astre, au lieu d'être immobile (ou à peu près), comme on vient de le supposer, est observé en dehors du méridien et possède nu mouvement propre en hauteur, le procédé d'observation, de lecture et de détermination de la moyenne, reste le même; mais, dans ce cas, il faut évidemment, *avec ce procédé d'observation,* que le mouvement en hauteur du repère dans le champ de la lunette soit plus rapide que celui de l'astre, sans quoi les instants de maxima et de minima ne pourraient plus être perçus par l'observateur ([1]). Il faut donc que l'on puisse, si l'axe de la toupie est alors trop voisin de la verticale, *réveiller* celle-ci en lui donnant un mou-

---

donnée par la formule $\frac{a+2a'+a''}{4}$ dont on fait un fréquent usage en Astronomie, a, a', a'' étant les valeurs numériques des trois lectures successives.

Dans la pratique, il arrivera souvent, lorsque les mouvements du navire auront une petite amplitude et que l'observateur aura eu soin d'attendre que l'axe de la toupie se soit fixé, que le repère n'aura aucun mouvement sensible dans la lunette (ce dont on pourra toujours s'assurer en commençant par viser la ligne *fixe* de l'horizon de la mer pendant le jour, ou, dans l'hémisphère nord, la Polaire pendant la nuit). Dans ce cas, où il n'y a plus à tenir compte du redressement de l'axe, il est évident que chaque hauteur observée donnera, individuellement, la hauteur apparente exacte de l'astre, et qu'il sera inutile de faire les trois contacts indiqués ci-dessus aux extrémités du demi-cercle de précession. On pourra d'ailleurs avantageusement répéter trois ou quatre fois de suite l'observation du contact, en lisant chaque fois la hauteur, dont on obtiendra ainsi la moyenne avec une exactitude plus grande, comme on a coutume de le faire lorsqu'on observe les hauteurs à l'horizon de la mer. Plusieurs expériences, faites avec le nouveau modèle, permettent d'espérer que, même avec des oscillations d'amplitude moyenne du navire, ce mode d'observation très simple pourra être employé couramment et avec succès, préférablement à celui que nous avons exposé dans le texte, parce qu'il est, théoriquement, le plus rationnel, eu égard aux données de l'instrument.

([1]) Il est bien entendu que les maxima et minima obtenus dans ce cas, dépendant de la combinaison de deux mouvements (celui du repère et celui de l'astre), ne sont plus situés, deux à deux, dans un plan vertical passant par la pointe de la toupie. Néanmoins ils ne cessent pas d'être symétriques par rapport aux maxima et minima réels

vement de précession plus accentué, c'est-à-dire de plus grande amplitude. Telle est la destination d'un petit *appendice* dont l'appareil est pourvu, et que l'opérateur n'a qu'à toucher du bout du petit doigt pour produire l'effet désiré. L'utilité de cet accessoire se fait sentir, même pour les observations méridiennes et celles de la Polaire (bien que, théoriquement, on pût se dispenser d'en faire usage), lorsque, l'instrument étant employé à bord, le navire a des mouvements de roulis ou de tangage un peu forts, donnant lieu nécessairement à des mouvements anormaux de l'axe et, par suite, du repère. Il y a donc alors, sinon nécessité absolue, du moins convenance à produire une oscillation de l'axe un peu plus grande que celle des mouvements dont il s'agit, afin de laisser aux maxima et minima du repère un caractère bien tranché, ne permettant aucune confusion avec ceux que produit, en général, chaque oscillation un peu grande du navire.

On arrive ainsi à cette conclusion, qui, au premier abord, a quelque chose de paradoxal, que, pour l'exactitude des observations à la mer, il vaut mieux, si le navire n'a pas une tranquillité suffisante, que l'axe de la toupie précessionne plus ou moins, plutôt que de rester voisin de la verticale.

Nous ne pourrions, sans excéder les bornes d'un Rapport, entrer à ce sujet dans de plus longs détails, et nous devons renvoyer à la lecture même du Mémoire de M. Fleuriais, où on les trouvera très complètement étudiés (1).

V. Pour que les conclusions qui précèdent soient justes, il faut que,

---

et, par suite, la moyenne de trois contacts successifs donnera la hauteur de l'astre, correspondant à l'heure moyenne, avec le même degré d'exactitude que précédemment.

(1) Il nous paraît néanmoins utile de citer ici quelques chiffres obtenus à bord du *la Galissonnière*, et qui prouveront, du même coup, l'exactitude des donnée théoriques développées ci-dessus et la bonté pratique de l'instrument, bien que celui-ci fût le premier construit, non perfectionné comme il l'a été depuis lors.

Observations du 26 décembre 1884, par calme plat; l'objet fixe observé était l'horizon de la mer. Chaque division du micromètre valait 2',7. On a obtenu, pour neuf maxima ou minima consécutifs, les lectures ci-après au tambour du micromètre :

89,3, 36,3; 79,6, 42,8; 74,8, 47,6; 69,8, 57,2; 63,3.

La comparaison des maxima successifs, ou des minima successifs, marque le mouvement de redressement de l'axe. Celle d'un maximum avec le minimum qui le suit indique quelle était alors la double inclinaison de l'axe par rapport à la verticale. En

pendant la durée de l'observation, il ne survienne dans le mouvement de la toupie aucune irrégularité *permanente* trop forte, sous l'influence des causes perturbatrices que font naître les mouvements du support, c'est-à-dire de la main et du navire. Or, comme ces causes ne sauraient être écartées quand elles existent, il s'agissait de faire en sorte que leurs effets fussent annulés en partie et, en définitive, limités entre des écarts dont pût s'accommoder l'exactitude *relative* requise par les exigences pratiques de la conduite du navire.

C'est ici que M. Fleuriais applique très judicieusement au mouvement des corps homogènes pesants, animés d'un mouvement rapide de rotation autour d'un point de leur axe de figure, une propriété remarquable du pendule à longue période, qui s'y rencontre aussi, mais sous une autre forme aperçue par lui; propriété trop peu connue, rarement appliquée, même

---

combinant successivement trois observations consécutives, on obtient les valeurs suivantes de la collimation :

Par 1, 2, 3	60,4	60,0
» 2, 3, 4	59,6	
» 3, 4, 5	60,0	
» 4, 5, 6	60,0	
» 5, 6, 7	60,0	
» 6, 7, 8	60,1	60
» 7, 8, 9	59,9	

Le 10 et le 11 janvier, on a répété la même observation par grosse mer, le navire ayant des tangages durs et irréguliers, selon l'allure, et de violents mouvements de roulis, de 20° à 45° sur les deux bords. Voici quelques-uns des résultats obtenus, l'œil étant à la même hauteur au-dessus de la mer que précédemment.

De la passerelle	par 1, 2, 3	60,6	59,3
	» 2, 3, 4	58,0	
	» 3, 4, 5	60,0	
De l'extrême arrière	par 1, 2, 3	61,1	60,2
	» 2, 3, 4	59,3	
	» 3, 4, 5	60,2	
De la passerelle, le navire commençant à souffrir	par 1, 2, 3	59,9	59,9
	» 2, 3, 4	59,9	

Il suffit de jeter les yeux sur ces Tableaux pour constater l'accord surprenant des observations dans des circonstances de temps si différentes, et, pour les trois derniers, si défavorables. Ces résultats, à eux seuls, sont absolument concluants.

dans le pendule, et dont nous devons dire quelques mots et donner une démonstration.

Pour fixer les idées, imaginons d'abord un pendule simple, ayant une durée d'oscillation infinie. Si le point de suspension vient à subir des mouvements alternatifs, quelconques mais finis, tels que l'un d'eux soit suivi immédiatement d'un mouvement inverse, identique quant à la loi de succession des forces déterminantes et de leurs accélérations, il est évident que, après chaque période d'aller et de retour du point de suspension, le pendule sera dans la même position absolue et le même état dynamique que si elle n'eût pas existé; les effets produits pendant la première phase de la période, quels qu'ils soient, se trouvant exactement annulés par ceux de la seconde phase.

» Actuellement, si le pendule, *quelle qu'en soit la longueur*, a seulement une durée d'oscillation très grande par rapport à celle de la période des causes perturbatrices, il est clair que les effets de celles-ci se compenseront encore, non plus exactement comme tout à l'heure, mais en grande partie, et d'autant plus complètement que le rapport entre ces durées respectives sera plus grand ([1]).

([1]) Ce raisonnement est mathématique et les conclusions en sont exactes. Ainsi présenté, avec une généralité indépendante de ce qu'il y a souvent (dans les phénomènes naturels) d'indéterminé ou de capricieux dans les mouvements oscillatoires du support, notamment à la mer où, généralement, leur moyenne seule offre de la régularité, il n'exige pas l'intervention de calculs, forcément compliqués, qui n'y ajouteraient que des notions de *quantité*, sans en accroître la solidité.

Lorsque le support est lui-même un lourd pendule, ou peut y être assimilé quant à sa masse et à ses mouvements, le principe dont il s'agit (*) peut être exprimé en ces termes :

Lorsque deux pendules, de masses et de longueurs très inégales, *se commandent,* comme, par exemple, s'ils sont attachés l'un au bout de l'autre (le plus léger en dessous), *le mouvement du long pendule est indépendant,* ou à peu près, *de celui du plus court, si le rapport entre leurs durées respectives d'oscillation est suffisamment grand.* Placé *en dessous,* le long pendule s'affranchit de la loi à laquelle obéit le plus court et oscille autour de la verticale vraie ; placé *en dessus,* il lui impose la sienne. Dans ce dernier cas, le court pendule oscille par rapport à la direction, incessamment variable, du plus long, qui devient pour lui celle d'une *verticale apparente ;* de telle sorte qu'il finit, après que la résistance de l'air a éteint ses oscillations propres (qui disparaissent les premières puisque, par hypothèse, il est le plus léger), par le suivre

(*) Daniel Bernoulli, ainsi que je l'ai rappelé ailleurs, a connu et appliqué ce principe dans son beau Mémoire intitulé : *Principes hydrostatiques et méchaniques.* (Voir les *Comptes rendus,* séance du 11 octobre 1886.)

La question se réduit donc à celle de savoir quelle doit être la valeur minimum de ce rapport, pour que la *différence* de deux effets perturbateurs, l'un direct, l'autre inverse, différence qui persiste seule au bout de la période, n'excède pas des limites que, selon le but qu'on se propose, la pratique puisse accepter.

VI. Le gyroscope collimateur de M. Fleuriais n'est pas proprement un

---

dans son mouvement, comme s'il lui était attaché par une tige rigide implantée dans le prolongement de sa tige de suspension, en son *centre d'oscillation*.

Cet *asservissement* définitif du court pendule au plus long (ou l'indépendance de celui-ci lorsqu'il est le plus léger) n'existe plus, conformément au principe énoncé, quand le rapport entre les durées de leurs oscillations respectives n'est pas suffisamment grand. Leur subordination mutuelle est alors, en général, plus complexe et *semble* confuse, et c'est ce qui est cause qu'un pendule simple, dont la période oscillatoire n'est pas assez longue relativement à celle du roulis (ce qui est généralement le cas à bord des navires) ne saurait y donner, même d'une façon approchée, la direction de la verticale vraie, et s'y comporte, au contraire, d'après celle de la verticale apparente au point du navire où il est suspendu.

L'expérience confirme ces conclusions théoriques (*). L'un de nous en a fait, à l'occasion du présent Rapport, de très variées, dont nous ne citerons ici que la suivante.

Un pendule, de 1^m à $1^m,50$ de longueur, étant suspendu au-dessous d'un pendule beaucoup plus court et plus lourd ou, mieux encore, au milieu d'une corde plus ou moins longue et plus ou moins fortement tendue, si l'on met brusquement celle-ci en vibration, on remarque : 1° si le pendule était primitivement au repos dans la verticale, que sa fixité est à peine troublée, et d'autant moins que les vibrations de la corde transversale sont plus vives ; 2° si le pendule oscillait au moment où celles-ci se produisent, que la durée et l'amplitude de son oscillation ne le sont pas davantage. Dans les deux cas, même lorsque les amplitudes de la corde sont assez considérables, la

(*) Consultez, sur ce même sujet, le Mémoire, si net, si précis et si élégant, de M. le lieutenant de vaisseau Guyou, dans la livraison de janvier 1885 de la *Revue Maritime et Coloniale*.

La question des pendules *subordonnés*, même en nombre quelconque, a été traitée par Lagrange, d'une façon incidente et très brève, au § 40 de la *Section VI* de la *seconde Partie* de la *Mécanique analytique* (3e édition, page 362) ; puis, avec plus de développements, au § 41 (page 363), mais alors en supposant (« afin que le problème soit susceptible d'une solution générale ») que « *tous* les » pendules *aient le même poids* et *soient également espacés* sur le fil commun qui les supporte ». Cette hypothèse restrictive, ayant pour but (entre autres) de rentrer dans le cas des *oscillations constamment très petites* de ce système de corps (petitesse qui est la condition *sine qua non* de la méthode exposée dans cette section VI), exclut donc, même lorsqu'il s'agit de deux pendules seulement, le cas du pendule *commandé*. Par suite, la savante *analyse* du grand géomètre (comme, plus tard, celle de Poisson, dans son *Traité de Mécanique*) ne s'applique qu'à un cas très exceptionnel (et peu utile dans la pratique) des mouvements du pendule à bord des navires (ou sur l'escarpolette, etc.), pour lesquels il faut recourir, dans tous les autres cas, soit aux principes *esquissés* (mais très nettement) dans les §§ XXI à XXV du Mémoire de Daniel Bernoulli, soit (et alors avec tous les développements et les preuves désirables) au Mémoire, également précité, de M. Guyou, où la question du pendule *commandé et relativement court* est traitée à fond, mais non celle du pendule quelconque.

pendule ; mais les mouvements de l'axe de la toupie, projetés sur un plan vertical fixe, ont la plus complète analogie avec ceux du pendule composé. On sait, en effet, que si le mouvement de précession est circulaire et uniforme, la projection dont il s'agit suit, dans sa période oscillatoire, la loi d'un pendule simple, dont la durée d'oscillation serait égale à celle de la précession, tandis que l'arc mesurant l'amplitude du mouvement d'un

---

lentille du pendule obéit simplement aux trépidations que subit et que lui communique le fil suspenseur, sans que son état moyen (verticalité dans le premier cas, oscillation régulière dans le second) en soit altéré sensiblement. C'est une application du principe connu en Mécanique sous le nom de *Superposition des petits mouvements* (*).

A ce sujet, il convient d'ajouter qu'en faisant l'application répétée de ce principe pour l'objet que nous avons en vue, on est conduit, comme nous le verrons bientôt, à considérer, non pas seulement *une* de ces *différences* d'effets perturbateurs dont il s'agit, mais la somme *algébrique* de toutes celles qui se produisent consécutivement durant une période déterminée, qui serait ici celle d'une oscillation simple et complète du pendule, depuis l'instant, par exemple, où il s'éloigne de la verticale dans un sens, jusqu'à celui où il y revient pour la première fois en sens inverse. Il pourrait arriver, si elles étaient toutes de même signe, que leur somme acquît alors une valeur notable, si cette addition se répétait un assez grand nombre de fois durant la période oscillatoire du pendule, bien que chacune d'elles, en particulier, n'en eût, comme on vient de le supposer, qu'une minime. Mais un tel résultat n'est point à craindre si, selon l'hypothèse, les causes perturbatrices nées des mouvements alternatifs du support sont identiquement et symétriquement inverses l'une de l'autre pendant un aller et un retour de celui-ci, de telle sorte que la différence des effets produits par l'un de ces doubles mouvements ne soit due qu'au changement survenu dans la position absolue du pendule au bout de la demi-période oscillatoire du support. En effet, si l'on considère deux de ces positions consécutives pendant la première demi-oscillation du pendule (disons de sa demi-oscillation ascendante), puis les deux positions symétriques à celles-là durant la demi-oscillation descendante qui suit, il est évident que le pendule s'y trouvera respectivement dans des conditions géométriques et dynamiques, inverses les unes des autres et que, par suite, les effets individuels qu'il y subira de la part des forces perturbatrices (dues aux mouvements du support) seront pareillement, et deux à deux, inverses l'une de l'autre. Il en sera donc de même de la différence de ces effets qui s'annuleront ainsi deux à deux, de telle sorte que ces différences, loin de s'ajouter toutes entre elles, se compenseront deux à deux. En d'autres termes, la somme de toutes celles qui se seront produites durant la demi-oscillation ascendante du pendule se trouvera annulée par la somme de celles auxquelles la demi-oscillation descendante aura pareillement donné lieu.

Toutefois ce raisonnement suppose implicitement que la durée de chaque demi-oscillation du pendule est un multiple exact de celle d'une période oscillatoire

(*) Voir aussi, au sujet de cette expérience, les *Comptes rendus*, séance du 11 octobre 1886.

de ses points aurait pour longueur le diamètre du cercle de précession décrit par le point de l'arc dont celui-là est la projection. En fait, le mouvement de précession n'est pas circulaire ; il est spiral, à cause du redressement de l'axe dû au frottement de la pointe. Toutefois la vitesse de la précession reste à très peu près invariable malgré ce redressement (tant que la vitesse de rotation ne varie pas sensiblement), d'où résulte une analogie nouvelle avec le pendule composé qui, lui aussi, voit ses oscillations diminuer d'amplitude par l'effet de la résistance de l'air, sans que leur durée soit sensiblement altérée par cette diminution, si, au début, elles étaient suffisamment petites.

En somme, ce que nous avons dit précédemment sur le rapport entre la durée d'une oscillation du pendule comparée à celle d'une période perturbatrice complète de son point de suspension s'applique, quant au mode de raisonnement et aux conclusions, au rapport entre la durée d'un demi-tour de précession comparée à celle d'un mouvement oscillatoire du support sur lequel repose la pointe de la toupie. Quant à l'inclinaison de l'axe par rapport à la verticale et aux variations qu'elle peut éprouver, elle correspond à l'amplitude de l'oscillation du pendule et donne lieu aux mêmes conclusions.

Il s'ensuit que, *théoriquement*, le mouvement de précession de la toupie devrait être rendu aussi lent que possible, en faisant varier la distance de la pointe au centre de gravité. Toutefois cette lenteur a des limites. Trop grande, elle serait, dans la pratique, incompatible avec d'autres exigences :

---

complète du point de suspension. Si cette condition n'est pas remplie, il devra subsister, après l'oscillation complète du pendule, quelque trace des effets perturbateurs, puisque les deux sommes des différences d'effets inverses n'auront pu se balancer exactement. Mais ce *résidu* ne saurait, comme on voit, être considérable ni même avoir, en général, une valeur plus grande, soit dans un sens, soit dans l'autre, que la valeur absolue d'une seule de ces différences, et c'est tout ce qu'on a besoin de savoir pour pouvoir appliquer la théorie et avoir une confiance légitime dans les résultats.

Pour tout prévoir, il convient enfin de considérer le cas où, par un gros temps, chaque demi-oscillation du navire, à l'aller, ne se reproduirait pas au retour, c'est-à-dire lors de la demi-oscillation qui suit immédiatement celle-là, dans des circonstances (géométriques et dynamiques) identiquement inverses, ce qui peut arriver, dans les coups de tangage plus particulièrement. Les résultats obtenus seraient alors, en général, un peu moins dignes de confiance ; mais il en est de même, dans ce cas, des observations faites à l'horizon de la mer, et l'on ne saurait demander à l'instrument de M. Fleuriais plus que ne le comporte la nature des choses.

d'une part, la toupie approcherait trop de l'*indifférence;* d'autre part, si l'observateur avait à prendre trois contacts, à des instants de maximum et de minimum, une attention si prolongée dégénérerait en fatigue ; enfin la chance de voir des nuages s'interposer au moment du second ou du troisième contact serait accrue, et par suite celle de perdre le bénéfice des contacts déjà obtenus.

Après de nombreuses expériences faites à la mer ([1]), M. Fleuriais s'est arrêté au compromis suivant. Il a adopté 50 ou 60 secondes pour la durée *maximum* d'un demi-tour de précession ; la distance de la pointe de la toupie à son centre de gravité et la vitesse de rotation qui lui est imprimée sont réglées en conséquence. Il s'ensuit que la durée totale d'une observation de trois contacts (de maximum ou minimum) consécutifs est, au plus, de deux minutes, et la pratique a fait connaître que l'attention (ici intermittente) d'un observateur peut être, à la mer, soutenue pendant cet intervalle de temps. D'autre part, la durée d'oscillation des navires, surtout de ceux qui sont destinés à de lointaines campagnes, n'excède pas 5 à 6 secondes, et si elle va jusqu'à 10 secondes pour les grands cuirassés les plus récents, en revanche, ceux-ci ont beaucoup plus de *tranquillité* que les autres, c'est-à-dire des mouvements de roulis plus doux et beaucoup moins amples. Il en résulte, pour les uns comme pour les autres, que le rapport entre la durée de la demi-précession et celle du roulis pendulaire est, comme l'expérience l'a prouvé du reste, largement suffisant pour que la compensation, ci-dessus requise, des effets perturbateurs alternatifs s'établisse dans la mesure exigée par l'exactitude relative que le navigateur attend de ses observations ([2]).

([1]) Ces expériences, comme toutes celles concernant le gyroscope collimateur, peuvent aussi, croyons-nous, se faire ou se répéter à terre, en plaçant l'observateur sur une escarpolette, dont la durée d'oscillation régulière serait de 3 à 4 secondes, et à laquelle on imprimerait des balancements, tantôt pendulaires et réguliers, tantôt plus ou moins troublés par des impulsions transversales ou obliques, de façon à figurer, avec une certaine approximation, les effets du roulis et du tangage, et même les secousses produites par les vagues et la marche du navire à leur rencontre. Toutefois on devrait avoir soin de proportionner les accélérations à celles produites sur le navire, en tenant compte des forces respectives et des masses mises en jeu dans les deux cas. M. Guyou avait aussi mentionné ce procédé d'expérimentation, en ce qui concerne le pendule. (*Voir* son Mémoire précité.)

([2]) Cette exactitude n'a généralement pas besoin d'être absolue, ainsi que nous avons occasion de le dire plus haut. Il suffit que le navigateur sache quelle part maximum il doit faire à une erreur possible. C'est ainsi que M. Fleuriais, à son retour

VIII. Les considérations théoriques qui précèdent et l'ingénieuse application qu'en a faite M. le commandant Fleuriais reposent principalement, comme nous l'avons dit, sur cette condition essentielle que la vitesse de rotation de la toupie autour de son axe de figure soit et reste considérable. Or cette vitesse se ralentit progressivement par l'effet des résistances passives, et l'on doit, après l'avoir imprimée au début, pouvoir l'entretenir, s'il est nécessaire, dans le cours des observations si elles se prolongent. Le procédé employé dans l'un et l'autre cas est le suivant.

Dans la *couronne*, ou zone équatoriale du tore, sont ménagés, à la hauteur de la pointe, huit augets obliques (qui lui donnent l'aspect d'une roue hydraulique horizontale), destinés à recevoir l'impulsion d'un courant d'air continu, produit par un soufflet à double effet mû à la main, qui, après avoir passé dans l'intérieur du tube creux que surmonte la crapaudine, débouche obliquement par deux évents, en face des augets et aux deux extrémités d'un même diamètre.

Soixante à quatre-vingts coups de soufflet suffisent pour imprimer à la toupie sa vitesse maximum (indiquée par la hauteur du son produit), sans qu'elle ait presque à subir d'autre force que le *couple de rotation* né de cette soufflerie. La toupie étant alors abandonnée à elle-même, son axe se fixe dans la verticale au bout d'environ deux minutes; il y conserve même une immobilité que l'œil, armé d'une loupe, juge être absolue, si le support est maintenu immobile, et qui demeure encore, dans la plupart des circonstances, très satisfaisante à la mer.

Pour abréger, nous renvoyons au Mémoire de l'auteur, où l'on trouvera expliqués :

1° Quelques changements, utiles dans la circonstance, apportés à la figure du petit miroir et à la lunette astronomique du sextant;

---

des mers de Chine sur le cuirassé le *la Galissonnière*, qu'il commandait, arrivant de nuit dans les parages d'Ouessant par un temps brumeux qui ne permettait de voir ni l'horizon de la mer ni le phare de premier ordre allumé sur le sommet de l'île, mais qui laissait voir les étoiles dans la région supérieure de l'atmosphère, n'hésita pas à se confier aux observations faites avec son instrument pour donner immédiatement dans la Manche et se rendre à Cherbourg, son port de destination, évitant ainsi les chances d'un mauvais temps que la baisse du baromètre faisait présager. Seulement il eut soin, en donnant la route à faire, de s'accorder une marge de 10 à 12 milles marins, comme limite de l'erreur possible de ses observations, mettant ainsi toutes les chances vraisemblables du côté de la sécurité. En fait, on reconnut peu après que la position déduite de l'observation avait été exacte à 3′ ou 4′ de degré près.

2° Le mode d'éclairage du repère, de nuit comme de jour;

3° Les précautions prises pour conserver ou restituer à la pointe de la toupie son acuité indispensable;

4° Les opérations concernant l'entretien ou la rectification des pièces dont se compose l'appareil, qui n'exigent pas d'autres outils ou accessoires que ceux dont la boîte du sextant est déjà fournie;

5° Le mode de lecture des contacts, sur un tambour micrométrique, à graduation très visible;

6° La manière la plus avantageuse de diriger les observations, au point de vue du moindre embarras et de la plus grande exactitude possible, etc.

Ces détails et d'autres encore sont minutieusement prévus et réglés par l'Auteur, et appropriés aux perfectionnements nouveaux apportés à l'instrument, avec l'habile collaboration de M. Hurlimann.

IX. *Résumé et conclusions.* — Bien qu'incomplètes, la description et la discussion qui précèdent suffisent pour mettre en relief les caractères essentiels du gyroscope collimateur.

Ce qui distingue principalement cette nouvelle application de la toupie pour l'observation des hauteurs, à la mer (1), c'est, d'une part, l'idée féconde d'utiliser sous une forme détournée et pratique les propriétés connues du pendule à lente période (2), dont il a remarqué les analogues dans le mouvement de la toupie à lente précession; d'autre part, l'idée nouvelle, non moins heureuse et très ingénieusement réalisée, de placer devant l'œil de l'observateur, dans le champ de la lunette du sextant, l'image d'une ligne artificielle d'horizon, offrant la même apparence et se prêtant aux mêmes usages que celle de l'horizon visuel de la mer; bien supérieure en cela, pour la pratique des observations sur les navires, aux glaces réfléchissantes, montées sur toupies, essayées plus d'une fois, mais sans succès, surtout à cause de l'impossibilité d'y maintenir l'image réfléchie de l'astre vu directement, et de l'obligation d'y mesurer le double de la hauteur (ce qui, comme l'on sait, devient pareillement impossible avec les instruments à réflexion, dès que la distance zénithale devient moindre de 25°), et aussi *peut-être* parce qu'on avait, dans *quelques-uns* des horizons à toupie proposés, perdu de vue le vrai principe théorique sur lequel la construction de semblables instruments *doit* être fondée. A ces divers

---

(1) Nous devons rappeler ici que M. l'amiral Pâris avait aussi, en 1867, employé la toupie dans son trace-roulis et son trace-vagues (*voir* la *Revue maritime* de 1867, p. 273).

(2) Utilisées par M. Bertin dans son *oscillomètre* et ses applications, et par M. Froude.

titres, et sans même invoquer le mérite propre de plusieurs détails, le gyroscope collimateur de M. Fleuriais est donc une véritable création, dépassant de beaucoup ce qui avait été déjà imaginé et essayé avant lui.

Ce qui n'est pas un médiocre honneur pour son Auteur, c'est d'avoir vu ses prévisions théoriques et mécaniques franchement confirmées par de nombreuses expériences, avec le premier instrument construit, après son départ pour les mers de Chine, sur les plans et d'après les indications laissés par lui à l'artiste quant à ses organes les plus délicats, et, pour le reste, achevé et monté à bord. En effet, les observations de hauteurs effectuées à bord du cuirassé le *la Galissonnière*, dans les circonstances les plus variées quant à l'état de la mer, se sont accordées (d'aussi près qu'on pouvait le désirer) avec celles obtenues, aux mêmes instants, à l'horizon direct de l'Océan: la concordance étant souvent absolue, d'autres fois à une minute d'arc, et ne s'étant jamais trouvée en défaut de plus de trois à quatre minutes, même par de très grosses mers.

Dans ces derniers temps, le même instrument a donné des résultats meilleurs encore. Notre Confrère M. Bouquet de la Grye l'a fait essayer, au dépôt des Cartes et Plans de la Marine, par les ingénieurs du service hydrographique qu'il dirige, en comparant les résultats avec ceux du théodolite; dans une trentaine de comparaisons semblables, la divergence n'est jamais allée à plus de 2′ de degré.

Enfin, dans l'escadre d'évolutions placée sous les ordres de M. le vice-amiral Lafont, il vient d'être l'objet de plusieurs essais qui, en tenant compte de ce qu'il y a forcément eu de hâtif dans l'apprentissage de l'instrument par les opérateurs (qui ont eu le mérite de le faire seuls, n'ayant pas auprès d'eux l'inventeur pour les initier et les guider), ont été très satisfaisants, dans les circonstances de temps (généralement calmes ou modérés) qui ont régné pendant les mois de juillet et d'août (1).

Les conclusions principales du Rapport de la Commission du *Milan* sont les suivantes :

« Cet accessoire du sextant n'est ni lourd, ni aisément sujet à se dé-
» ranger. Le maniement de l'appareil n'offre aucune difficulté sérieuse;

---

(1) Le 18 août, la mer étant houleuse, la Commission a profité d'une sortie du cuirassé *le Richelieu* pour y faire des expériences du gyroscope. On sait que les cuirassés de ce type roulent peu; mais, en revanche, les tangages y sont parfois très accusés. Ce jour-là ils ont atteint une amplitude de 6° à 7°. Les résultats n'ont pas différé de plus de deux à trois minutes d'avec les hauteurs observées directement à l'horizon visuel.

» tout officier arrivera à s'y familiariser, avec de l'assiduité (¹). Le gyroscope collimateur rend les observations de nuit et de jour également faciles, et paraît devoir donner des résultats largement satisfaisants pour les besoins de la pratique; avec le temps et l'habitude, son usage s'imposera à la navigation rapide. Quant à la *molette graduée*, qui remplace la vis de rappel de l'alidade, on ne saurait trop en faire l'éloge. Tous les cercles à réflexion et sextants gagneront à être pourvus de cet utile dispositif. »

X. En présence de ces incontestables résultats, déjà obtenus et dus à de savantes déductions ainsi qu'à une habileté persévérante dans la poursuite d'un problème très difficile, dont la solution est du plus haut intérêt pour la navigation, la Commission, à qui l'Académie a bien voulu déférer l'examen du Mémoire et de l'instrument de M. le capitaine de vaisseau **Fleuriais**, est unanime à décerner à cet officier supérieur un prix de *quatre mille francs* sur le prix extraordinaire de *six mille francs*.

Rapport sur les travaux de M. de Bernardières ; par M. **Mouchez.**

Parmi les auteurs d'œuvres scientifiques utiles à la Marine publiées récemment, on ne pourrait guère en citer un qui, depuis dix ans, se soit consacré avec plus de zèle et de persévérance aux travaux pouvant contribuer aux progrès de la navigation et à l'instruction des officiers que M. le capitaine de frégate **de Bernardières**.

(¹) Tous les instruments, scientifiques ou autres, exigent pareillement des tâtonnements et un apprentissage, souvent bien plus longs. Ne sait-on pas qu'avec les instruments à réflexion ordinaires, il faut des années de pratique, même à un officier intelligent, pour se rendre maître de l'observation des distances lunaires et y acquérir une confiance légitime dans les résultats? Au début, l'usage du sextant lui-même, si facile aujourd'hui, semblait impossible à des astronomes de profession, comme le prouve l'anecdote suivante. On avait beaucoup vanté à l'un deux, et des plus habiles, les mérites du sextant de Hadley (*), de récente invention; il essaya d'en faire usage pour prendre une hauteur à l'horizon à mercure ; mais, après quelques minutes d'efforts consciencieux pour mettre l'astre en contact avec son image, le bras fatigué, il rendit l'instrument à celui qui le lui présentait : « Allez, allez, dit-il, confier cet instrument à ces bons chasseurs assez habiles pour tuer les oiseaux au vol; pour moi, je n'en saurais rien faire. »

(*) Et non Halley, comme on l'écrit souvent. Hadley était d'ailleurs lui-même astronome.

Les importantes missions qu'il a brillamment remplies et les ouvrages si utiles qu'il a publiés lui ont acquis la haute estime de la Marine et une notoriété bien méritée dans le monde savant. Ses travaux ont eu surtout pour objet l'application de l'Astronomie à la Géographie, l'Hydrographie et le Magnétisme du globe.

La transformation si subite et si complète de la marine, à laquelle vient d'assister notre génération, a rendu tout à fait insuffisants, comme on l'a déjà remarqué, nos anciens procédés de navigation. Une erreur de quelques degrés dans la boussole ou la déclinaison avait bien peu d'importance dans notre ancienne marine à voile, quand les routes étaient si courtes d'un midi à l'autre; et une erreur de un demi-degré ou même de un degré n'avait pas grand inconvénient, quand, après de bien longues traversées, on n'hésitait pas à consacrer un et quelquefois plusieurs jours à trouver l'entrée d'un port et attendre le moment favorable pour y pénétrer. Aujourd'hui l'extrême vitesse des navires, la nécessité d'arriver à heure fixe et d'éviter des retards qui se traduisent par un notable surcroît de dépenses, et d'autres inconvénients, nécessitent une grande précision dans tout ce qui contribue à déterminer la route et à fixer la position du navire et des côtes.

M. de Bernardières, après avoir étudié à l'Observatoire-école de Montsouris les procédés les plus précis pour la détermination des positions géographiques et des éléments magnétiques du globe, a été appelé à les appliquer dans diverses importantes missions, toutes remplies avec le plus grand succès.

Pour le magnétisme terrestre, il est le premier officier qui, depuis bien longtemps, ait fait des séries d'observations régulières et méthodiques, ayant pour but la détermination des trois éléments magnétiques avec toute la précision que peut comporter l'excellent théodolite de Brunner, employé dans de courtes relâches à terre.

Outre la grande utilité des résultats obtenus pour la correction de nos Cartes, il a démontré, pratiquement aussi, combien était facilement réalisable le projet proposé, il y a peu d'années, au Bureau des Longitudes, pour refaire une nouvelle Carte magnétique du globe, qui serait d'une si haute utilité pour la navigation.

La seule Carte complète qui ait jamais été faite avec des documents d'une valeur réelle est celle que publiait le capitaine de frégate Duperrey, en 1822, à la suite de ses deux voyages autour du monde, pendant lesquels il

fit, dans toutes les mers du globe, de si remarquables et de si nombreuses observations.

Toutes les Cartes publiées depuis lors n'en sont que des éditions successives plus ou moins incomplètement corrigées et mises à jour avec les observations les plus diverses, qu'on a été obligé d'interpoler doublement, en temps et en distance, pour pouvoir les utiliser.

Il semble donc bien probable qu'il existe actuellement beaucoup d'erreurs dans les tracés des méridiens et parallèles magnétiques de ces nouvelles Cartes, ainsi que dans la position de leurs pôles.

Pour refaire aujourd'hui une bonne Carte magnétique, il faudrait recueillir, dans toutes les mers du globe, une grande quantité d'observations, sinon entièrement contemporaines, renfermées au moins dans un intervalle d'un très petit nombre d'années, deux ou trois au plus, et cela pourrait facilement se faire en distribuant simultanément 30 ou 40 théodolites magnétiques dans toutes nos stations navales et nos colonies, et en obtenant le concours des observateurs et des navigateurs étrangers.

M. de Bernardières vient de montrer, par ses belles séries d'observations sur la frégate école *la Flore*, comme officier instructeur des aspirants, combien, avec nos instruments et nos procédés actuels, ce projet serait facilement et rapidement réalisable.

Attaché un des premiers à l'Observatoire de Montsouris, M. de Bernardières s'y fit remarquer par une si grande aptitude aux observations astronomiques, qu'il fut désigné pour collaborer avec M. Lœwy et M. Le Clerc à la détermination des différences de longitudes Paris-Berlin-Bonn, à l'aide des procédés de haute précision, aujourd'hui employés dans les grandes opérations géodésiques. Cette importante opération, exécutée de concert avec une mission de savants allemands, a pleinement réussi et fait grand honneur aux connaissances théoriques et pratiques de nos officiers de vaisseau.

A la suite de cette mission, M. de Bernardières a publié, avec ses collaborateurs, dans les *Annales du Bureau des Longitudes*, un grand Mémoire de 336 pages, où il rend compte des opérations effectuées et qui constitue un Traité complet de la détermination télégraphique des différences de méridien, comme les officiers de marine vont être appelés quelquefois à en exécuter, dans nos diverses colonies, à mesure que s'y établira le câble télégraphique les reliant entre elles et à l'Europe. Ces déterminations de longitudes très exactes, qui formeront autant de méridiens fondamentaux,

sont non seulement utiles pour donner à nos Cartes actuelles toute la précision désirable, mais aussi pour permettre de régler la marche des chronomètres pendant les traversées, sans avoir besoin pour cela de séjourner dans les ports de relâche, plus que le temps nécessaire pour faire une seule observation d'état absolu.

M. de Bernardières a eu, en outre, l'heureuse idée de compléter ce premier travail en condensant dans un Traité de 175 pages, intitulé : *Description et usage du cercle méridien portatif*, le résumé des conférences théoriques et pratiques qu'il a faites pendant deux ans aux aspirants, sur la frégate-école *la Flore*. Cet Ouvrage, très hautement apprécié par un juge bien compétent, M. Lœwy, est devenu classique dans la marine.

En 1882, la réputation déjà bien établie de M. de Bernardières lui valut l'honneur d'être désigné par l'Académie pour diriger l'expédition du passage de Vénus, destinée au Chili. Le Bureau des Longitudes, connaissant l'habileté avec laquelle il avait fait les observations relatives aux longitudes Paris-Berlin-Bonn, profita de cette circonstance pour le charger de coopérer aux longitudes Buenos-Ayres, Chili, Callao, Panama, qui devaient compléter le grand circuit formé par le câble du Brésil, traversant l'Amérique et revenant en Europe par Panama et les Grandes Antilles.

La marine, qui avait grand intérêt à la réussite de ces belles opérations géographiques, prêta l'assistance de son personnel et de son matériel.

M. de Bernardières accomplit d'abord avec un plein succès toutes les observations du passage de Vénus et les observations accessoires de Météorologie, Physique du globe et Magnétisme, et, quand elles furent terminées, il procéda, avec la coopération de MM. Fleuriais, Beuf, Barnaud et Favereau, aux six différences de longitude : Buenos-Ayres, Valparaiso, Santiago, Callao, Chorillos, Lima, Panama.

Ce beau travail complétait celui qui avait été entrepris, quelques années avant, dans l'océan Atlantique, par les savants des États-Unis et reliait définitivement à l'Europe des points de premier ordre, sur un circuit de 6000 lieues.

La mission du Chili, si habilement dirigée par M. de Bernardières, est donc une des plus fécondes, pour la Science, qui ait été accomplie.

Pendant tout le cours de cette mission, M. de Bernardières a continué ses séries d'observations magnétiques sur l'inclinaison, la déclinaison et l'intensité ; elles ont été publiées dans les *Comptes rendus* et plus tard dans les *Annales du Bureau des Longitudes*.

Il a pu recueillir ainsi, de 1879 à 1885, plus de 300 déterminations abso-

lues pour 60 lieux différents répartis en Europe, Afrique, Asie et Amérique.

Ses instruments et ses méthodes ont été contrôlés par des observations faites dans des observatoires magnétiques permanents : Montsouris, Saint-Maur, Lisbonne ; l'accord a été partout très satisfaisant ; et, quand il a pu répéter les observations dans les mêmes localités, après un intervalle suffisamment long, il en a conclu les variations annuelles.

Ces valeurs ont été insérées dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* et ont servi à la rectification de la Carte magnétique.

Profitant de l'expérience acquise par ces observations multipliées, M. de Bernardières a voulu, comme pour les observations méridiennes relatives à la longitude, rédiger un Traité à l'usage des marins et des voyageurs. Il y donne, en 144 pages, la description et l'usage des instruments magnétiques, ainsi que les méthodes d'observation et de réduction ; cet excellent travail, qui est le guide le plus clair et le plus complet existant sur la matière, a été publié dans les *Annales du Bureau des Longitudes* et précédé d'un rapport élogieux de notre savant et si compétent Collègue M. Faye.

Cette infatigable persévérance dans l'accomplissement de travaux scientifiques d'une réelle importance n'ont pas empêché M. de Bernardières de suivre sa carrière de marin avec la plus remarquable activité, son grand mérite personnel le faisant sans cesse choisir par ses chefs pour les situations exceptionnelles.

De 1877 à 1879, on le charge de faire différents cours aux aspirants, pendant la campagne de l'école d'application *la Flore* dans l'océan Atlantique.

De 1880 à 1882, il commande un bâtiment dans les mers du Nord, puis, au retour de la mission du passage de Vénus, au Chili, en 1883, le commandant en chef de l'escadre, l'amiral Jaurès, si haut appréciateur du mérite des officiers, le choisit comme aide-de-camp et secrétaire.

Au moment où l'amiral Jaurès quitte son commandement, M. de Bernardières est immédiatement embarqué sur la nouvelle frégate-école *l'Iphigénie*, pour diriger encore l'instruction nautique des aspirants, et il profite de ses relâches au Sénégal, aux Antilles et dans la Méditerranée pour continuer sa belle série d'observations magnétiques.

Au retour de cette campagne, il résume ses conférences hydrographiques dans un Traité pratique de 124 pages qui sera très utile aux officiers.

Sans prendre un instant de repos, M. de Bernardières, nommé bien tardivement capitaine de frégate, est embarqué, sur la demande du commandant Sallandrouze de Lamornaix, comme second sur le vaisseau-école *le*

Borda, poste de confiance le plus important que puisse occuper un officier de son grade et qui marque la haute estime dans laquelle le tiennent tous ceux qui le connaissent. Depuis plus d'une année, il remplit cette laborieuse mission avec tout son dévouement habituel; il est chargé plus spécialement de diriger toutes les branches techniques de l'enseignement.

L'Académie, toujours soucieuse de reconnaître non seulement le dévouement à la Science, mais aussi les services rendus au pays par des travaux scientifiques, ne pouvait manquer de donner à M. le commandant **de Bernardières** un témoignage officiel de toute l'estime que lui inspirent ses travaux et sa carrière déjà si bien et si utilement remplie. Elle propose de lui attribuer *un prix de deux mille francs* sur le prix de *six mille francs*.

L'Académie adopte successivement les conclusions de ce Rapport.

PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. Hermite, Lévy, Phillips, Darboux;
Bertrand, rapporteur.)

La Commission propose à l'Académie de décerner le prix Poncelet de l'année 1886 à M. **Émile Picard**, pour l'ensemble de ses travaux mathématiques.

Cette proposition est adoptée.

PRIX MONTYON

(Commissaires : MM. Phillips, M. Lévy, Boussinesq,
Haton de la Goupillière; Resal, rapporteur.)

M. **Rozé**, répétiteur d'Astronomie et conservateur des collections à l'École Polytechnique, s'est livré, en Mécanique, à des recherches théoriques et pratiques des plus intéressantes.

Il est le premier qui ait étudié expérimentalement la détente des ressorts moteurs du chronomètre.

Parmi les Notes qu'il a présentées à l'Académie, nous citerons les suivantes :

1° *Sur une disparition du travail qui accompagne la déformation des corps élastiques* (1868);

2° *Note relative à la non-symétrie des courbes terminales du spiral des chronomètres* (1871);

3° *Sur une transmission du mouvement* (*joint Clémens*, 1877);

4° *Études sur la chronométrie; de la compensation* (1868-71-80);

5° *Des termes à courte période dans le mouvement de rotation de la Terre* (1882).

Il n'y a pas de cours de Mécanique où l'on ne rappelle la mémorable expérience de Foucault, exécutée en 1850 au Panthéon, en vue de mettre en évidence l'influence de la rotation de la Terre sur le pendule simple. En raison des dimensions restreintes des locaux dont on peut disposer, l'expérience ne peut être reproduite devant les auditeurs que sur une petite échelle; mais alors on éprouve souvent des déceptions. M. Rozé a constaté expérimentalement que ces déceptions étaient dues aux imperfections de la suspension, qui est le point délicat. A la suite de nombreux essais, finalement couronnés d'un succès complet, il est arrivé à conclure que :

1° Pour des écarts de 10° au plus, il suffit d'encastrer le fil d'acier du pendule dans une gaine conique (en bronze) enchâssée dans un bâti fixe;

2° Pour des écarts supérieurs à 10°, il faut avoir recours à la suspension de Cardan par couteaux. Mais M. Rozé a judicieusement remarqué que, si l'un des couteaux reste horizontal, l'autre s'incline dans chaque oscillation elliptique, d'où des perturbations. Il a obvié à cet inconvénient en disposant un système de pointes et contrepointes dans le prolongement du second couteau. Le couteau horizontal doit être dirigé, suivant la direction moyenne du pendule, en vue de réduire la résistance, toute faible qu'elle est, créée par les pointes et contrepointes. M. Rozé a réussi à obtenir un diagramme très net de l'ellipse tournante, presque réduite à son grand axe, décrite par l'extrémité du pendule à laquelle, à cet effet, il a adapté une penne terminée par un style flexible, et dont la largeur est parallèle à l'axe de suspension; la pointe arrondie du style trace les ellipses successives sur un papier collé sur une planche en acajou cambrée cylindriquement et tangentiellement à la sphère décrite au moyen de pièces mobiles dont on dispose à volonté dans certaines limites. La substitution au style d'un tétraèdre en cheveux de verre, mobile autour d'un axe horizontal, a donné d'excellents résultats.

M. Rozé enregistre aussi l'ellipse tournante décrite, en projection horizontale, par l'extrémité du pendule conique. Son appareil se résume en

une boule en caoutchouc fixée à la sphère terminale du pendule, contenant un liquide coloré et filtré. La boule est comprimée entre deux plateaux par un fort ressort. La gerbe liquide s'échappant par un orifice de $\frac{1}{100}$ à $\frac{2}{100}$ de millimètre de diamètre trace très nettement sur un papier horizontal la courbe que l'on désire obtenir.

M. Rozé a imaginé en outre un curieux instrument qui lui permet d'obtenir mécaniquement les valeurs des fonctions elliptiques des deux premières espèces, correspondant à une amplitude donnée. Cet instrument se compose d'une tige, mobile autour d'un point absolument fixe, suivant laquelle peut glisser une gaine; normalement à la gaine est montée une roulette folle. La gaine est articulée à une seconde tige, mobile autour d'un point d'un coulisseau dont on fixe à volonté la position sur la coulisse au moyen d'une vis de pression. La distance des centres de rotation est prise égale au produit de la longueur de la seconde tige par le module de la fonction elliptique qu'il s'agit d'évaluer. L'amplitude est l'angle formé par la première tige avec la direction de la coulisse.

En déformant le système à partir de la position pour laquelle la première tige est couchée sur la coulisse jusqu'au point où l'on obtient l'amplitude donnée, le déplacement périphérique de la roulette divisé par la longueur de la seconde tige est égal au produit du sinus de l'amplitude par le module augmenté de la fonction de seconde espèce dont la valeur se trouve par suite déterminée.

L'intégrale du produit du carré du cosinus de l'amplitude par l'élément de la fonction elliptique de première espèce s'exprime linéairement au moyen de cette fonction et de la fonction de seconde espèce.

D'autre part, l'intégrale dont il s'agit se ramène à une fonction de seconde espèce dont le module est l'inverse du premier, et dont la valeur et, par suite, celle de la fonction de première espèce sont fournies par l'instrument.

Une modification apportée au mécanisme et qu'il serait trop long de décrire permet d'obtenir immédiatement la valeur de la fonction elliptique de seconde espèce.

En raison des titres qui viennent d'être exposés, la Commission décerne le prix de Mécanique à M. **Rozé**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. Jurien de la Gravière, Phillips, Pâris, Resal; de Jonquières, rapporteur.)

M. de Bussy, inspecteur général du Génie maritime, ne s'est pas trouvé, comme son illustre devancier M. Dupuy de Lôme, notre regretté Confrère, placé tout d'un coup sur un si vaste théâtre, il n'a pas eu à sa disposition d'aussi grands moyens ou, comme on dit communément et expressivement, ses coudées n'y ont pas été aussi franches. Il n'en a pas moins eu le mérite et l'honneur de créer de toutes pièces une flotte de guerre, à vapeur, considérable par le nombre et la puissance des navires, originale par l'espèce des types variés qui la composent, et qui constitue, à l'heure présente, du haut en bas de l'échelle, une portion très importante de nos forces navales.

Les progrès que cet éminent Ingénieur, connu et très apprécié du monde maritime, a fait faire aux constructions navales et à la navigation à vapeur, sont dus :

1° *Aux formes adoptées par lui*, qui ont permis d'obtenir une réduction du tirant d'eau, sans préjudicier à la vitesse;

2° *Au système de construction*, dont il est l'auteur, qui a procuré un notable allègement de la coque, correspondant à un accroissement de la puissance militaire, et ne préjudicie pas à la solidité qui, même, a augmenté celle-ci.

Dans un « Complément à la Notice sur ses travaux et ses titres scientifiques », présentée par lui à l'Académie à l'occasion de sa candidature pour une place alors vacante dans la Section de Géographie et de Navigation, M. de Bussy a donné des explications assez étendues sur les « formes spéciales qu'il a *adoptées* », particulièrement pour la partie de l'arrière. Sur les cuirassés à *une seule* hélice dont il a donné les plans, la section transversale de la partie du navire qui surplombe l'hélice (partie qu'en architecture navale on appelle la *voûte*) est figurée approximativement par un U, aplati à sa base, et parfois par un ⌣, où cette base est convexe par en haut. Ces formes ont amélioré *l'utilisation* de l'hélice. Mais nous devons ajouter qu'elles n'auraient pu être admises pour les premiers cuirassés *en bois*, ceux de M. Dupuy de Lôme, à cause des exigences de la solidité de la construction, et aussi parce que les réactions du tangage eussent été parfois

inquiétantes pour la mâture élevée dont ces cuirassés étaient pourvus.

L'emploi de l'acier ayant fait disparaître le premier inconvénient, et la suppression des mâts superposés, annulé le second, le système adopté par M. de Bussy n'a plus conservé que ses propres avantages, sans atténuation. Parmi ces avantages, il faut compter celui, très important, de donner, pour un même tirant d'eau, un déplacement notablement supérieur à celui que les formes anciennes permettraient d'obtenir, toutes choses égales d'ailleurs, du côté de la force de propulsion.

Ces formes de l'arrière, sur lesquelles nous pourrions nous étendre plus longuement, furent, il y a quatre ans, très remarquées en Angleterre. Ces appréciations favorables, jointes au jugement porté par les hommes les plus compétents sur le système de construction en acier de M. de Bussy, qui fut dès lors adopté par nos voisins, valurent à notre compatriote de remplacer M. Dupuy de Lôme, comme membre d'honneur, dans *l'Institution des Naval architects*, dont il était déjà membre.

Ce système de construction mérite que nous nous y arrêtions un peu.

L'idée d'employer l'acier dans l'architecture navale s'était d'abord présentée aux constructeurs anglais, quelques années avant que M. de Bussy la fit définitivement prévaloir. Mais ils y avaient promptement renoncé, n'en ayant pas obtenu de bons résultats.

Cet insuccès ne tenait pas à l'acier lui-même, mais à sa préparation et à son emploi :

1° Ils avaient admis des aciers *très résistants*, mais n'ayant pas la *douceur* convenable;

2° L'acier employé n'avait pas été travaillé avec les précautions nécessaires;

3° Ils avaient fondé toute l'économie du poids de coque, qu'ils songeaient à obtenir, sur une réduction exagérée dans les *échantillons*, au lieu de profiter de la texture spéciale du nouveau métal, pour modifier la forme des *barres profilées* entrant dans l'ossature du navire, de manière à accroître leur moment d'inertie sans augmenter leur poids, et à faire jouer à ces barres le rôle de *couvre-joints*, en même temps que celui de *nervures*. M. de Bussy, en adoptant l'acier, sut remédier à tous ces défauts. Il fit choix d'aciers dont la douceur était garantie par des épreuves permettant de vérifier :

1° Que la ténacité du métal surpassait de beaucoup celle du fer, mais demeurait notablement inférieure à celle des aciers *durs;*

2° Que sa faculté d'allongement était toujours plus grande que celles des aciers durs;

3° Que le métal était peu sujet à prendre la *trempe*, et présentait à froid, comme à chaud (dans des limites convenables), une grande *ductilité*.

Ces avantages furent obtenus par un *recuit*, dirigé méthodiquement, et par la condition expresse de faire suivre le *poinçonnage* (dans l'opération du perçage des tôles et cornières) d'un *alésage*, ayant pour but de faire disparaître la couche annulaire trempée par le poinçon, ou d'un recuit. En outre, M. de Bussy exclut absolument l'emploi de la *broche* pour le *ragréage* des trous percés dans les tôles et les cornières, qui dut toujours être opéré à la *gouge* et à la *queue-de-rat*. Enfin il soumit au recuit les tôles d'acier, en petit nombre, que leur courbure trop prononcée n'avait pas permis de façonner *entièrement* à la *machine à cintrer*, et qui avaient dû subir un martelage.

C'est dans ces conditions nouvelles de formes et de matériaux de construction que M. de Bussy a doté la flotte de guerre française de :

8 cuirassés, de divers rangs ([1]), actuellement à flot et en service;

4 croiseurs-torpilleurs, de 1268 tonneaux de déplacement, à flot et en armement;

4 grandes canonnières cuirassées, de 1639 tonneaux de déplacement;

4 croiseurs-torpilleurs, mis, comme les précédents, en chantier dans le courant de l'année 1882, et qui doivent réaliser une vitesse de 17 milles à l'heure ([2]).

Tels sont les titres éclatants de M. de Bussy à l'obtention du prix Plu-

---

([1]) L'un d'eux, la *Dévastation* (dont le *Courbet* est la répétition), est l'un des plus beaux, des plus puissants et des plus rapides cuirassés composant notre escadre d'évolutions. C'est lui qui, s'étant échoué durant ses essais par temps de brume sur les rochers *les Errants*, à la sortie de la rade de Lorient, resta pendant cinq jours, en pleine mer, dans cette situation critique, *sans être crevé*, malgré les dénivellations de la marée et les secousses de la mer. Une fois déchargé de plus de 1200 tonneaux, il put rentrer au port, mû par sa propre machine. Cette double circonstance est la meilleure démonstration qu'on puisse donner de la parfaite ductilité des tôles de sa carène et, en même temps, de la rigidité dans l'ensemble de la construction, puisqu'une épreuve si rude et si prolongée n'avait pu altérer l'exacte nivellation des arbres de la machine. En effet, si une flexion se fût produite dans le moindre degré, elle aurait nécessairement causé des *échauffements* dans certains organes de l'appareil moteur, ou même paralysé complètement leur action. L'accident s'est donc tourné en triomphe pour le mode de construction et pour son auteur!

([2]) Ces trois dernières catégories de bâtiments ont été ordonnées par l'amiral Jauréguiberry, alors ministre.

mey, destiné par son fondateur à récompenser tout progrès dans les machines à vapeur (dont M. de Bussy a perfectionné l'installation et plusieurs détails) et tout perfectionnement dans la navigation à vapeur, en général.

Votre Commission est unanime à décerner ce prix, de la valeur de *deux mille cinq cents francs,* à M. **de Bussy**, inspecteur général du Génie maritime.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

(Commissaires : MM. Faye, Mouchez, Janssen, Lœwy;
Tisserand, rapporteur.)

La Commission décerne le prix Lalande pour 1886 à M. **O. Backlund**, astronome de Poulkova, membre de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg, pour ses beaux travaux sur le mouvement de la comète d'Encke.

Cette comète qui, depuis 1786, époque de sa première découverte, a déjà été observée vingt-quatre fois, présente une particularité singulière, mise en évidence par Encke : la durée de sa révolution, qui est, en nombre rond, de 1210 jours, diminue constamment; le moyen mouvement va donc toujours en s'accélérant. Il n'est pas possible de rendre compte de cette accélération en tenant compte seulement des attractions exercées sur la comète par le Soleil et les planètes.

Encke a eu recours à l'hypothèse d'un milieu résistant dont l'effet possible avait été prévu par Laplace dans la *Mécanique céleste*.

Les calculs d'Encke, qui ne s'étendaient que jusqu'à 1848, ont été poursuivis par M. V. Astén et corroborés dans leur ensemble pour la période comprise entre 1848 et 1871 ; toutefois cet astronome rencontra une anomalie bizarre : entre les apparitions de 1865 et de 1871, l'accélération du moyen mouvement s'est trouvée nulle.

M. Backlund, qui a pris la suite de ces immenses calculs, après la mort

de M. V. Astén, a montré que l'anomalie en question n'était produite que par une incorrection des formules de perturbation employées, et disparaissait quand on rectifiait ces formules.

Mais M. Backlund est arrivé, en outre, à un résultat capital : l'accélération du moyen mouvement va en diminuant; de 1871 à 1881, elle n'est guère que la moitié de ce qu'elle était de 1819 à 1865. Ce résultat, qui rend peut-être encore plus difficile la découverte de la cause de l'accélération en question, est cependant des plus importants; il justifie à lui seul la distinction accordée par la Commission à M. **O. Backlund**, sans qu'il soit nécessaire de parler des progrès que cet astronome a fait faire à la théorie générale des perturbations.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX DAMOISEAU.

(Commissaires : MM. Faye, Wolf, Lœwy, Mouchez; Tisserand, rapporteur).

Le prix Damoiseau est proposé depuis 1865; on mit alors au concours la *Revision de la théorie des satellites de Jupiter;* cette question y est restée, le prix n'ayant jamais été décerné entièrement. Un encouragement de *mille francs* a été seulement accordé en 1879 à M. Souillart pour ses premiers travaux sur ce sujet, et un autre de *deux mille francs* en 1882 à M. Schur, pour son Mémoire sur la *Détermination de la masse de Jupiter*.

En maintenant la même question au concours, l'Académie montrait l'importance qu'elle y attachait, importance d'autant plus grande que les Tables de Damoiseau, qui avaient servi aux calculs pendant près d'un demi-siècle, ne s'étendaient que jusqu'à 1880. En 1879, l'Académie pensant que la valeur du prix contribuerait peut-être à stimuler le zèle des astronomes, avait porté cette valeur à la somme de *dix mille francs ;* en même temps elle posait la question dans la forme suivante :

« *Revoir la théorie des satellites de Jupiter; discuter les observations et en* » *déduire les constantes qu'elles renferme, et particulièrement celle qui fournit* » *une détermination directe de la vitesse de la lumière; enfin construire des* » *Tables particulières pour chaque satellite.* »

Le concours, qui devait être clos en 1882, a été prorogé jusqu'à 1886 : un

seul Mémoire est arrivé à l'Académie; ce Mémoire manuscrit, dont l'auteur est M. **Souillart**, professeur à la Faculté des Sciences de Lille, a pour titre « *Théorie des nouvements des satellites de Jupiter.* Seconde Partie : *Réduction des formules en nombres.*

Il fait suite à un autre travail important du même auteur, inséré au t. XLV des *Mémoires de la Société Royale Astronomique de Londres;* antérieurement, M. Souillart avait publié d'autres études sur le même sujet; la première en date, sa thèse de Doctorat, avait paru en 1865, l'année même où l'Académie proposait pour la première fois le prix Damoiseau.

On voit donc que, depuis vingt-cinq ans environ, M. Souillart consacre tous ses efforts à l'avancement de cette belle question; nous allons indiquer sommairement les progrès qu'il a réalisés.

Les Tables de Delambre, et celles de Damoiseau qui les ont remplacées, reposent sur l'admirable théorie analytique développée par Laplace dans le tome IV de la *Mécanique céleste.* M. Souillart s'est proposé d'abord de retrouver les résultats de Laplace en suivant une autre méthode, celle de la *variation des constantes arbitraires,* qui est aujourd'hui presque toujours employée; il a pu ainsi confirmer la plupart des formules de la *Mécanique céleste;* il y a ajouté toutefois des données très importantes. M. Souillart, en déterminant en effet par sa méthode certaines inégalités du second ordre par rapport aux masses, que Laplace avait négligées comme insignifiantes, leur a trouvé au contraire des valeurs très sensibles; pour donner une idée de leur grandeur, nous dirons que l'une des corrections apportées aux résultats de Laplace modifie le coefficient de la grande inégalité dans la longitude du premier satellite d'environ *quatre-vingts secondes sexagésimales,* soit du vingtième de sa valeur.

En raison de l'importance de ces termes complémentaires, il a paru nécessaire à M. Souillart de les retrouver par la méthode même de Laplace; c'est ce qu'il a fait dans une Note insérée au tome XCIII des *Astronomische Nachrichten.*

Poursuivant ses investigations, l'auteur a trouvé quelques inégalités sensibles parmi celles qui sont de l'ordre du cube des masses; il a même calculé celles du quatrième ordre; elles sont très petites, et cela l'autorise à penser que les ordres suivants ne donneraient absolument rien de sensible.

En résumé, au point de vue de la théorie, les travaux de M. Souillart sont très complets, et ils réalisent dans la Science un progrès important. Pour tirer de ces recherches tout le parti désirable, et en même temps

pour se conformer entièrement au programme de 1879, il aurait fallu réduire en nombres les formules analytiques, en adoptant pour les constantes des valeurs provisoires, comparer avec les observations les Tables provisoires ainsi formées, et conclure enfin de cette comparaison les valeurs les plus probables des constantes d'intégration.

M. Souillart n'a fait que la première Partie de ces calculs numériques; il a réduit ses formules en nombres, en partant des données employées autrefois par Damoiseau; il a pu même apporter à ces données quelques corrections, en utilisant un Mémoire que Damoiseau avait rédigé pour expliquer la construction de ses Tables; ce Mémoire, qui n'a jamais été imprimé, a été légué il y a quelques années au Bureau des Longitudes, qui s'est empressé de le mettre à la disposition de M. Souillart.

La Commission, prenant en considération l'importance des résultats théoriques obtenus par M. **Souillart**, propose à l'Académie de lui décerner le prix Damoiseau.

Il est à désirer qu'un astronome habile réponde prochainement à la dernière Partie du programme proposé par l'Académie; il aura des difficultés sérieuses à surmonter, surtout en raison du peu de précision des observations. A ce point de vue, l'attention de la Commission a été attirée par un travail publié récemment par M. **Obrecht**, astronome-adjoint à l'Observatoire de Paris (*Étude sur les éclipses des satellites de Jupiter, Thèse de Doctorat*, 17 juillet 1884). M. Obrecht, dans cette thèse, a tiré un parti très utile d'une idée ingénieuse de notre Confrère, M. Cornu, qui a proposé de substituer à l'observation ordinaire un ensemble de mesures photométriques effectuées pendant la durée de l'éclipse d'un satellite. Les considérations développées dans ce travail permettent d'espérer un progrès sérieux dans la précision des observations.

La Commission propose d'accorder à M. **Obrecht**, à titre d'encouragement, une somme de *mille francs* sur les fonds du prix Damoiseau.

Les conclusions de ce Rapport sont successivement adoptées.

PRIX VALZ.

(Commissaires : MM. Faye, Tisserand, Janssen, Mouchez,
Wolf, rapporteur.)

Il n'est pas d'observation astronomique dans laquelle n'intervienne la personnalité de l'observateur, pour en vicier le résultat par l'introduction d'une *erreur* ou *équation* dite *personnelle;* mais il n'en est pas où cette influence soit aussi considérable que dans les mesures d'étoiles doubles : l'erreur personnelle peut y atteindre une valeur cent fois plus grande que celle de l'erreur accidentelle.

Le travail le plus important sur la loi de cette erreur est dû à l'illustre directeur de l'observatoire de Poulkowa, M. Otto Struve. Mais ses recherches ont été faites sur des étoiles artificielles figurées par une mire lointaine ; la méthode exige donc une installation qui ne peut être toujours reproduite dans les observatoires ; elle ne représente pas exactement les conditions d'une observation sur le Ciel ; enfin les conclusions et la formule dans lesquelles M. Struve a résumé les résultats de ses recherches ne semblent pas avoir été entièrement confirmées par les épreuves auxquelles les ont soumises divers astronomes d'Europe et d'Amérique.

M. **Bigourdan**, astronome adjoint à l'Observatoire de Paris, a repris ces études et a consigné les résultats de ses recherches dans un Mémoire fort intéressant, présenté par lui comme thèse de doctorat à la Faculté des Sciences, qui l'a accueilli avec éloges. S'inspirant d'un travail fait autrefois à l'Observatoire sur un sujet analogue, M. Bigourdan a construit un appareil qui se prête à l'étude des étoiles doubles artificielles dans des conditions aussi semblables que possible à celles de l'observation réelle. Cet appareil peut fonctionner, par tous les temps, dans un espace restreint ; il reproduit à volonté les conditions atmosphériques les plus variées qui interviennent dans les observations sur le Ciel. Il peut donc et il doit devenir l'instrument d'étude obligé de tout observateur soucieux de ne livrer que des résultats contrôlés et comparables entre eux et avec ceux des autres astronomes.

M. Bigourdan n'a fait porter ses recherches que sur l'erreur personnelle qui affecte l'un des deux éléments de la mesure des étoiles doubles : l'angle de position. Cet élément est en effet beaucoup plus important que la distance, il se mesure avec une précision relative plus grande, et, comme

l'a montré J. Herschel, il suffit à lui seul à la détermination de la forme de l'orbite.

M. Bigourdan a étudié successivement l'influence du grossissement par l'oculaire, de la distance des étoiles, de leur grandeur absolue et de la différence de ces grandeurs, de la position de la ligne des yeux par rapport à la ligne des étoiles, de la hauteur à laquelle on les observe au-dessus de l'horizon, enfin de la grandeur de l'angle compris entre la verticale et la ligne des étoiles. Les mesures prises en faisant varier successivement et d'une façon méthodique ces divers éléments représentent une somme de travail considérable : l'auteur y a consacré deux années entières, de février 1884 jusqu'à la fin de 1885.

S'il était possible de séparer les influences de chacune des causes précédemment énumérées, la détermination de la loi générale de l'équation personnelle ou de la formule empirique par laquelle elle doit être représentée serait relativement facile. Mais il est des influences qui ne peuvent être considérées isolément : ainsi le grossissement par l'oculaire et la distance absolue des étoiles agissent simultanément pour faire varier l'angle visuel sous lequel on les voit dans le champ de l'instrument. D'après M. Struve, l'équation personnelle varierait simplement en raison inverse de cet angle visuel ; son introduction dans la formule générale serait donc aisée. Mais les expériences de M. Bigourdan lui ont montré qu'elle est une fonction complexe de la distance réelle et du grossissement. De même, pour M. Struve, les grandeurs absolues des étoiles qui composent un couple n'auraient pas d'influence sur l'équation personnelle, non plus que la différence de ces grandeurs ; cette différence a, au contraire, une influence prépondérante d'après M. Bigourdan.

De là la nécessité de restreindre l'emploi de la formule définitive adoptée à une différence de grandeur déterminée. De là, en outre, des difficultés dans le calcul des coefficients de cette formule, que M. Bigourdan n'a pu vaincre qu'en changeant l'argument, de manière à condenser la valeur de la correction cherchée presque en entier dans un seul terme, et en opérant ensuite par approximations successives.

Le travail de notre jeune astronome constitue un progrès sérieux sur les résultats obtenus jusqu'ici. Son appareil doit devenir l'outil indispensable de tout astronome qui voudra s'adonner utilement à l'observation des étoiles doubles, parce que son usage permettra de rendre comparables toutes les mesures obtenues. Tout au plus les physiologistes pourraient-ils regretter une lacune dans cet important Mémoire : M. Bigourdan n'a pas

cherché à rattacher l'origine de l'équation personnelle dans la mesure des angles de position à quelque propriété connue de l'œil; mais, au point de vue purement astronomique, les résultats obtenus par lui sont d'une haute importance.

La Commission, prenant en outre en considération les nombreuses observations de planètes, de comètes, d'étoiles doubles et de nébuleuses faites par M. **Bigourdan**, lui décerne, à l'unanimité, le prix Valz pour 1886.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PHYSIQUE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget.)

(Commissaires : MM. Lévy, Becquerel, Bertrand, Fizeau; Cornu, rapporteur.)

La question proposée par l'Académie est la suivante :

» *Perfectionner en quelque point important la théorie de l'application de* » *l'électricité à la transmission du travail.* »

Un seul Mémoire a été présenté au concours; ce Mémoire, malgré divers points de vue intéressants et une discussion judicieuse du problème, n'a pas paru à la Commission répondre suffisamment au programme proposé par l'Académie : des expériences en cours d'exécution semblent devoir mettre l'auteur en mesure de donner ultérieurement une confirmation plus complète de ses idées.

Le problème de la transmission électrique de la force est d'ailleurs de bien des côtés l'objet d'études approfondies.

Dans ces conditions, la Commission, en réservant les droits de l'auteur précité, juge qu'il n'y a pas lieu de décerner le prix et propose à l'Académie

de remettre la question au concours pour l'année 1888. Les Mémoires seront reçus jusqu'au 1er juin (1).

PRIX BORDIN.

(Commissaires : MM. Faye, Janssen, Wolf, Fizeau; Tisserand, rapporteur.)

L'Académie avait proposé, pour sujet du prix Bordin à décerner cette année, la question suivante : *Perfectionner la théorie des réfractions astronomiques*.

Un seul auteur s'est présenté, M. **R. Radau**, qui a envoyé deux Mémoires imprimés récemment, et un travail manuscrit important. Ces Ouvrages font faire à la question proposée des progrès sérieux, dont nous allons chercher à donner une idée.

La réfraction astronomique est représentée, comme on sait, par une intégrale définie dont l'élément contient, outre la distance zénithale apparente, la densité de l'air et l'altitude en un quelconque des points de la trajectoire lumineuse. Pour obtenir la réfraction, il faudrait donc, en toute rigueur, connaître la loi suivant laquelle varie la densité de l'air en fonction de l'altitude, loi qui ne nous est connue que d'une façon très imparfaite. Il arrive heureusement que, quand la distance zénithale n'est pas trop forte, la réfraction est sensiblement indépendante de la loi en question. Ce n'est donc que pour de grandes distances zénithales, comprises, par exemple, entre 80° et 90°, que la difficulté subsiste.

Force a donc été, dans ce cas, de recourir à des hypothèses sur la constitution de l'atmosphère; de là un premier groupe de théories (Cassini, Newton, Kramp, Laplace, Bessel, etc.); dans chacune d'elles, on admet une loi hypothétique de diminution de la densité avec l'altitude.

En combinant les lois de Mariotte et de Gay-Lussac avec la formule qui exprime l'équilibre de l'atmosphère, on trouve une relation entre la densité, la température et l'altitude. On peut donc aussi faire des hypothèses sur les lois qui lient la température, soit à l'altitude (Schmidt, Bauernfeind, Gyldén, etc.), soit à la densité (Ivory, Kowalski, etc.). Ainsi s'explique la quantité considérable de Mémoires relatifs à la réfraction.

M. Radau a commencé par comparer ces travaux les uns aux autres,

(1) Voir aux Prix proposés, page 1401.

épreuve délicate dont il s'est tiré très habilement; il a porté surtout son attention sur la manière dont chacune de ces théories représente les décroissements de la température observés en ballon par Biot, Gay-Lussac, Glaisher, etc.

Cet examen approfondi a montré à M. Radau que l'hypothèse d'Ivory, qui suppose un décroissement de température proportionnel au décroissement de densité, est aussi bonne à tous égards que les autres; il a donc fondé sur cette hypothèse une théorie complète de la réfraction qu'il a élaborée avec le plus grand soin dans ses moindres détails.

Au point de vue analytique, M. Radau substitue au développement d'Ivory plusieurs autres formules plus précises et plus rapidement convergentes; l'élément auquel tout est ramené est la transcendante étudiée successivement par Kramp, Laplace, Bessel, etc.; M. Radau a donc dû poser une base solide en calculant pour cette transcendante des Tables numériques plus étendues et plus précises que celles que l'on possédait avant lui : c'est ce qu'il a fait dans le second de ses Mémoires imprimés.

L'auteur est arrivé finalement à construire pour la réfraction des Tables très commodes; il y a d'abord une Table des réfractions moyennes pour des valeurs de z variant de $10'$ en $10'$ jusqu'à 80°, puis de minute en minute jusqu'à 91°. On tient compte de la température t dans la première partie de la Table en ajoutant à la réfraction moyenne une expression de la forme $at + a't^2$, où a et a' sont de petites quantités que l'on prend à vue dans deux Tables ayant chacune pour argument z; dans la seconde partie, on tient compte de la température en calculant la réfraction moyenne, non plus avec l'argument z, mais avec cet argument ainsi modifié : $z + \alpha t + \alpha' t^2$; on prend encore à vue les petites quantités α et α' dans deux Tables placées à côté des réfractions moyennes et ayant le même argument z; cette dernière disposition, qui est personnelle à M. Radau, lui a paru très avantageuse pour le calcul numérique : rien de particulier à remarquer sur la petite Table qui permet de tenir compte de l'état du baromètre.

Mais nous voulons surtout appeler l'attention sur une innovation importante; les Tables sont construites pour un décroissement moyen de la température, auquel correspond la valeur 0,2 d'un certain paramètre f; or on sait depuis longtemps que le décroissement de la température est très variable avec le cours des saisons (il peut varier du simple au double), et aussi avec les diverses heures du jour et de la nuit; M. Faye a appelé depuis longtemps l'attention sur les changements qui pouvaient en résulter pour les réfractions. M. Radau a voulu pouvoir tenir compte des

variations considérables de f, en posant

$$f = 0,2 + \varphi,$$

et il a calculé une dernière Table qui donne la correction des réfractions produites par la quantité φ. Cette Table supplémentaire est instructive à consulter; elle montre que la différence entre les valeurs extrêmes de la réfraction qui correspondent à une distance zénithale de 87° peut vraisemblablement, dans le cours d'une année, s'élever à environ 14″ pour la seule raison indiquée. On voit que, dans chaque station, il sera intéressant de discuter les déclinaisons voisines de l'horizon, afin de déterminer la valeur moyenne du paramètre f qu'il convient d'adopter suivant l'heure de la journée et l'époque de l'année.

Ces Tables manuscrites de M. Radau, que nous espérons voir promptement publiées, sont certainement, surtout pour le voisinage immédiat de l'horizon, les plus complètes et les plus exactes que l'on possède; au point de vue de l'homogénéité, par exemple, elles sont préférables à celles de Bessel, car ces dernières, pour $z > 85°$, ont été prolongées arbitrairement par les valeurs qu'Argelander a déduites de ses observations.

On comprendra à quels longs et pénibles calculs M. Radau a dû se livrer, si l'on remarque qu'en définitive la réfraction est une fonction

ce qui doit arriver assez souvent par suite des dénivellements dus à des inégalités de température et de pression.

Les trois Mémoires de M. **Radau** ont attiré vivement l'attention de la Commission : aussi propose-t-elle à l'Académie de lui décerner le prix Bordin.

Cette proposition est adoptée.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Haton de la Goupillière, Lalanne, Boussingault, Hervé Mangon, Larrey).

Les travaux adressés à l'Académie des Sciences en vue du prix Montyon de Statistique ont été, cette année, très nombreux. En outre, nous avons dû leur adjoindre quelques Mémoires dont les titres avaient été formellement réservés l'an dernier pour le prix actuel, ainsi qu'un petit nombre d'autres confiés en 1885 à notre regretté Confrère M. Bouley, dont la mort avait empêché leur examen en temps utile.

De cet ensemble, un assez grand nombre de documents ont dû être éliminés par nous : quelques-uns malgré une incontestable valeur, comme manifestement étrangers au programme du prix; les autres, comme insuffisants pour obtenir les distinctions que l'Académie accorde à côté du prix lui-même. Nous réservons d'ailleurs pour le prochain concours ceux des Mémoires qui ont obtenu nos premières mentions, afin que leurs titres au prix Montyon puissent alors être examinés de nouveau, concurremment avec les productions qui surgiront dans l'intervalle.

En résumé, Messieurs, neuf noms vont vous être présentés dans l'ordre suivant :

1° *Hors ligne et hors concours :* les relevés statistiques du Dispensaire Furtado-Heine. La Commission a désiré, par cette mention, appeler l'attention de l'Académie sur cette généreuse et bienfaisante création.

2° M. le Dr **Socquet** obtient le prix Montyon de Statistique de 1886 pour deux Ouvrages qui portent les titres suivants : le premier, manuscrit, *Contribution à l'étude statistique sur le suicide en France, de* 1826 *à* 1878; le second, *Contribution à l'étude statistique de la criminalité en France de* 1826 *à* 1880. Ces Mémoires avaient reçu l'an dernier une mention exceptionnellement honorable, avec réserve expresse des titres de l'auteur en vue du prix de cette année.

3° M. le Dr **Cazin** : *De l'influence des bains de mer sur la scrofule des enfants*. Votre Commission eût été heureuse d'avoir un prix égal au précédent à décerner à ce remarquable Ouvrage. A défaut, elle accorde pour cette année à son auteur une mention exceptionnellement honorable, avec réserve de ses titres en vue du prix de l'année prochaine.

4° M. **Victor Turquan** obtient un rappel de la mention très honorable qui lui a été accordée l'an dernier, avec la réserve de ses titres dans les prochains concours, pour son travail relatif à la population spécifique de la France.

5° Une mention honorable est attribuée à M. **Mireur** pour son Ouvrage intitulé : *La prostitution à Marseille,* avec réserve pour l'année prochaine.

6° M. le Dr **Longuet** : *Études sur le recrutement dans la Haute-Savoie, étiologie du goitre ; et travail analogue pour le département de l'Isère.* Mention honorable.

Votre Commission a encore distingué d'une manière particulière trois Ouvrages présentés par les auteurs dont les noms suivent :

7° M. **Sordes** : *Statistique de la population de la Franee;*

8° M. **Aubert** : *Statistique de la Vendée;*

9° M. **Chauvel** : *Statistique des examens de la vision.*

Après ce résumé du travail auquel nous nous sommes livrés, nous allons avoir l'honneur de vous présenter un Rapport motivé sur chacun des Mémoires qui viennent de vous être cités.

1° *Rapport sur les travaux de M. le Dr* Longuet, par M. **Haton de la Goupillière.**

M. le Dr **Longuet**, médecin-major, a présenté deux Mémoires au concours de Statistique. L'un d'eux a pour titre : *Études sur le recrutement dans la Haute-Savoie; étiologie du goitre.* Ce travail est fait avec talent et écrit

d'un bon style. Il comprend de nombreux Tableaux numériques, accompagnés de Cartes représentatives des divers cantons du département, teintées suivant des points de vue divers, relatifs à la fréquence des exemptions pour la taille, le goitre, le crétinisme et autres infirmités. L'auteur en discute les résultats, en s'attachant tout particulièrement à l'étiologie de l'affection goitreuse, à laquelle ce pays, depuis une haute antiquité, paye un tribut malheureusement exceptionnel. Les conséquences que M. le Dr Longuet déduit de son étude pourront être discutées par ses Collègues, sans que nous ayons à prendre ici parti dans cette question qui reste en dehors de notre mission. Il nous appartient seulement d'affirmer le soin et la clarté avec lesquels l'auteur a cherché à se frayer sa route dans cette matière difficile et obscure. Nous enregistrerons cependant sa conclusion.

Suivant ce praticien, les causes générales tenant à l'hygiène, à l'influence des milieux, etc., n'auraient qu'une valeur tout au plus prédisposante, mais non pas spécifique. Le facteur le plus directement efficace qu'il ait cru dégager est l'action de l'eau; non pas même sous le rapport, souvent invoqué et corroboré par les recherches d'un de nos savants Confrères, de l'absence de l'iode, mais beaucoup plutôt de la présence de matières fines en suspension. Les calcaires compacts, à peu près inaltérables, confèrent aux eaux, suivant l'auteur, un caractère d'innocuité presque absolue. Les argiles, les marnes, les calcaires marneux, les schistes friables, les grès délitables et les alluvions qui en proviennent, tels seraient les terrains qui alimentent le goitre.

Quelles que puissent être dans l'avenir, ce que nous n'avons pas à prévoir, les discussions qui pourraient naître sur cette question si intéressante, il est indubitable que les investigateurs devront tenir le plus grand compte des matériaux réunis à cet égard, et si bien mis en œuvre par M. le Dr Longuet.

Nous retrouvons les mêmes idées dans un travail semblable du Dr Longuet, relatif au département de l'Isère. Il présente les mêmes qualités, en ce qui concerne l'art de manier et de comparer les chiffres, d'en faire ressortir les conséquences avec sobriété dans ces matières difficiles, et surtout d'en discuter les imperfections en tenant compte de la manière dont sont réunies les données administratives dans un but fort différent des investigations critiques auxquelles les soumet l'auteur. Ajoutons que ce dernier a développé un travail personnel considérable de voyages et de

recherches pour remédier autant que possible à ces inconvénients. Une bibliographie très complète et des plus intéressantes fait enfin partie de son œuvre.

En résumé, votre Commission a pensé que la méthode intelligente, le travail persévérant, ainsi que la discussion perspicace mis en œuvre par M. le Dr **Longuet**, dans les deux Mémoires soumis par lui au jugement de l'Académie, sont de nature à mériter à ce médecin militaire une mention honorable.

2° *Rapport de M.* **Lalanne** *sur les travaux de MM. le Dr* J. Socquet *et* Victor Turquan.

La Commission s'était trouvée, l'année dernière, en présence de travaux nombreux et d'une valeur remarquable et il ne lui avait pas été possible de décerner toutes les récompenses auxquelles certains concurrents auraient eu droit virtuellement. Suivant les principes d'une bonne justice distributive, elle a dû attribuer les deux prix dont, par exception, elle pouvait disposer, à des auteurs non moins méritants et qui avaient en outre le bénéfice de la priorité dans l'ordre de présentation. Ce bénéfice, la Commission le considère aujourd'hui comme acquis à celui des auteurs dont les droits avaient été réservés par une mention *exceptionnellement honorable*.

M. le Dr **Jules Socquet** n'a rien ajouté à son beau Mémoire manuscrit qui, sous le titre modeste de *Contributions à l'Étude statistique sur le suicide en France, de* 1826 à 1878, est accompagné de dix-sept Tableaux graphiques et de sept Cartes teintées, sans compter vingt et un Tableaux numériques intercalés dans le texte.

M. le Dr J. Socquet est aussi l'auteur d'une *Contribution à l'étude statistique de la criminalité en France, de* 1826 *à* 1880, Ouvrage imprimé, d'environ 80 pages, à la suite duquel se trouvent quatre graphiques et cinq Cartes coloriées.

Nous avons, l'année dernière, donné une analyse détaillée de ces productions (voir *Comptes rendus*, t. CI, séance du 21 décembre 1885). Il nous suffira aujourd'hui de rappeler la teneur des conclusions que nous formulions alors.

« L'esprit véritablement philosophique qui a présidé aux recherches de M. le Dr J. Socquet, les vues élevées qui s'en dégagent parfois, le travail considérable auquel il s'est livré, désignaient à la Commission l'ensemble

de ses deux écrits comme véritablement digne d'une récompense exceptionnelle. Dans l'impossibilité de demander pour lui cette année un troisième prix, que pourtant il a mérité, elle se borne à lui décerner une mention exceptionnellement honorable, en prenant soin de réserver tous ses droits pour le plus prochain concours. »

Les productions dont nous parlons conservent et conserveront encore pendant quelques années toute leur valeur, même d'actualité, aucune de celles qui ont été nouvellement présentées ne nous ayant paru réunir un ensemble de recherches plus considérables et plus méritantes.

En conséquence, la Commission décerne à M. le Dr **J. Socquet** le prix de Statistique pour l'année 1886.

M. **Victor Turquan** avait présenté l'année dernière, et présente de nouveau cette année une *Étude sur la répartition géographique et la densité de la population en France*. Nous avons rendu compte, l'année dernière, avec des développements étendus, de cette étude très considérable et très méritante, et nous ne pouvons que nous référer aux conclusions qui terminaient notre analyse.

« L'ensemble de ce travail, malgré quelques imperfections, est digne d'une récompense; et si nous nous bornons à proposer pour l'auteur une mention très honorable, c'est sous la réserve expresse que les droits acquis par lui entreront en ligne de compte lors des prochains concours. Nous prenons acte, d'ailleurs, de l'engagement qu'il a volontairement contracté de refaire le même travail à chaque recensement, espérant, dit-il, qu'une année lui suffira dorénavant pour une nouvelle Carte. » (*Loc. cit.*)

La Commission décerne donc à M. **Victor Turquan** un rappel de la mention très honorable qui lui avait été accordée l'année dernière.

3° *Rapport de M. le* baron **Larrey** *sur la statistique du Dispensaire Furtado-Heine et sur les travaux de MM. les Drs* Cazin *et* Mireur.

La Commission du prix Montyon de Statistique, parmi les travaux nombreux et remarquables qu'elle a examinés cette année, a cru devoir d'abord signaler, hors ligne et hors concours, Mme Furtado-Heine, qui a donné son nom à un magnifique dispensaire fondé par sa munificence.

Le *Dispensaire Furtado-Heine* est destiné au traitement gratuit des enfants

pauvres ou de ceux de la classe ouvrière, atteints d'affections chroniques, telles que la scrofule, la tuberculose, le rachitisme, ou d'autres maladies réputées incurables, et à peu près privés des secours de l'Assistance publique, sinon exclus de la plupart des hôpitaux.

Cette fondation toute nouvelle et essentiellement charitable fonctionne à peine depuis trois années, sans distinction aucune de nationalité ou de religion, et déjà l'affluence des petits malades amenés aux consultations diverses du dispensaire dépasse, par milliers, toutes les prévisions.

Les *relevés statistiques du dispensaire Furtado-Heine* en démontrent la proportion, pour la période des deux premières années 1884-1885, et promettent les plus sûrs développements d'une œuvre non seulement reconnue d'utilité publique, mais digne de la reconnaissance nationale.

C'est, enfin, un devoir pour la Commission de Statistique de signaler cette œuvre de bien à la haute appréciation de l'Académie.

La Commission désigne ensuite, sinon en première ligne, du moins au second rang, M. le docteur **H. Cazin**, médecin de l'hôpital maritime de Berck, pour un Ouvrage de vraie valeur, intitulé : *De l'influence des bains de mer sur la scrofule des enfants*, formant un volume grand in-8° de près de 600 pages, avec un grand nombre de planches (appareils, vues, cartes, plans et tableaux statistiques).

Cet Ouvrage, couronné, il y a deux ans, par l'Académie de Médecine, traite un sujet de la plus haute importance pour l'hygiène publique, appliquée à la thérapeutique et spécialement à la prophylaxie de l'une des maladies les plus fréquentes et les plus graves de l'enfance.

La première partie est l'histoire générale du sujet, traitée avec une vaste érudition, étendue à tous les pays et appuyée sur une bibliographie précise et complète. L'auteur examine d'abord l'influence de l'air marin sur l'organisme des scrofuleux, dans toutes ses parties, et d'après le degré de fréquence de la maladie dans les divers départements de la France. Il étudie l'eau de mer, selon chacune de ses propriétés; puis le bain de mer froid, chaud, et les autres modes d'emploi de l'eau de mer, soit à l'extérieur, soit à l'intérieur; il discute le choix d'une plage pour le traitement de la scrofule et insiste sur la prophylaxie par les bains de mer; il passe en revue les diverses manifestations scrofuleuses susceptibles de guérison, à leur origine, par ce traitement. L'énumération en serait inutile ici. Disons seulement qu'à chacun de ces états morbides se rapportent les Tableaux statistiques les mieux faits et les plus méthodiques.

Le D[r] Cazin examine ensuite l'opportunité des bains de mer, avant et après l'emploi des eaux minérales, auxquelles on pourrait d'ailleurs les substituer souvent, selon nous, avec avantage dans l'armée. La contre-indication du traitement marin, la durée du séjour, le choix de la saison et les opérations chirurgicales, au bord de la mer, complètent cette première partie, avec les développements nécessaires.

La seconde partie de l'ouvrage présente l'étude des hôpitaux, ainsi que des stations maritimes pour les scrofuleux, en Angleterre, en Italie, dans d'autres contrées étrangères, et en France, dont Berck-sur-Mer offre aujourd'hui le modèle.

Le livre du D[r] Cazin est donc une étude bien complète, à la fois nouvelle et approfondie, de la question statistique des bains de mer appliquée à la scrofule des enfants.

La Commission, faute d'un second prix, accorde à M. le D[r] **H. Cazin** une mention exceptionnellement honorable.

Le D[r] **Mireur** a publié, en 1882, un volume entier de statistique *sur la prostitution à Marseille*. Ce livre a droit à un sérieux examen, en raison du grand foyer de prostitution, reconnu de tout temps à Marseille, comme le démontrent une fois de plus, avec pleine évidence, les recherches historiques de l'auteur, depuis une époque reculée.

Cet ouvrage, au point de vue administratif d'abord, présente les premiers tableaux statistiques du sujet, envisagé sous les différents aspects de la prostitution en général. Nous ne ferons qu'indiquer sommairement les chapitres principaux.

Sous le rapport de l'hygiène, par exemple, les diverses questions qui s'y rattachent sont traitées avec beaucoup de méthode et offrent de nouveaux relevés statistiques à consulter.

Il faut en dire autant pour ce qui concerne le traitement médical.

La prophylaxie sociale de la prostitution, désignée ainsi par M. Mireur, devient l'appendice de son livre, fort bien fait dans toutes ses parties, toutes réserves faites pourtant, en ce qui concerne les développements et les propositions de l'auteur sur les moyens préventifs efficaces de la prostitution clandestine, ce fléau des grandes villes de garnison.

Des pièces justificatives complètent cet ouvrage, tout à fait digne de l'attention des observateurs, médecins et autres. Il mérite surtout d'être apprécié par la Commission de Statistique comme l'un des travaux les plus dignes de récompense.

L'auteur a joint à son excellent livre deux Rapports très bien faits sur les secours municipaux à Marseille.

La Commission assigne à M. le Dr **Mireur** une mention honorable.

La Commission, enfin, accorde des citations à MM. les Docteurs :

Aubert, médecin-major dans l'armée, pour un bon essai de *Statistique médicale du département de la Vendée;*

Chauvel, médecin principal et professeur au Val-de-Grâce, pour sa *Statistique*, fort bien faite, *des examens de la vision au Val-de-Grâce même ;*

Sordes, médecin à Tarare, pour un Mémoire manuscrit sur la *Statistique de la population en France*.

Les conclusions des différents Rapports qui précèdent sont adoptées.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. Chevreul, Cahours, Debray, Troost; Fremy et Friedel, rapporteurs.)

Rapport sur les travaux de M. Colson; par M. **Fremy**.

M. **Colson**, ancien élève de l'École Polytechnique, est actuellement répétiteur de Chimie à cette école.

En choisissant quelques exemples dans l'œuvre scientifique de M. Colson, qui est déjà étendue, car elle comprend plus de trente publications, il nous sera facile de faire ressortir son caractère original et élevé.

On trouve ces qualités essentielles dans les travaux de M. Colson sur la combinaison du silicium avec le carbone.

S'inspirant de la grande découverte de Gay-Lussac qui a démontré que le carbone et l'azote peuvent s'unir entre eux pour former un radical composé, le cyanogène, qui présente tous les caractères d'un corps simple, M. Colson a voulu rechercher si le carbone ne pourrait pas s'unir à un

autre élément, tel que le silicium, et former ainsi une sorte de radical composé.

C'est ce problème important qui a été abordé par M. Colson en travaillant tantôt seul, tantôt en collaboration avec M. Schützenberger.

Ces deux chimistes ont constaté d'abord un fait capital, c'est que le corps, obtenu par Wöhler en chauffant du silicium dans un creuset brasqué et qu'il avait considéré comme un azoture de silicium, est un composé ternaire contenant 24 pour 100 de carbone et qui correspond à la formule Si^2C^2Az.

Des expériences décisives ont établi que, dans ce corps, le carbone ne s'y trouve pas à l'état de simple mélange, mais bien de véritable combinaison.

En effet, dans ce composé ternaire, le carbone est, en quelque sorte, à l'état dissimulé; il ne brûle pas même dans l'oxygène porté au rouge.

Pour mettre le carbone en évidence et pour le doser à l'état d'acide carbonique, il a fallu avoir recours à la combustion par le chromate de plomb.

Ce composé ternaire de silicium, de carbone et d'azote a été obtenu par une autre méthode qui consiste à faire passer au rouge du cyanogène sur le silicium.

Ces premiers faits étant une fois constatés, M. Colson continua seul l'étude de cette importante question. Si le corps précédent Si^2C^2Az peut être considéré comme une combinaison d'azote avec un radical Si^2C^2, M. Colson a compris que, pour confirmer cette hypothèse, il fallait combiner le carbure de silicium Si^2C^2 avec d'autres corps simples.

C'est ce résultat qui a été obtenu en unissant le carbosilicium à l'oxygène et au soufre.

MM. Schützenberger et Colson ont constaté d'abord que, lorsqu'on chauffe au rouge le silicium dans un courant d'acide carbonique, on produit un corps oxydé qui a pour formule Si^2C^2O.

Ce corps oxygéné n'est pas le seul qui ait été découvert : M. Colson a reconnu que, par l'action prolongée de l'air et de l'éthylène, passant à une haute température sur le silicium, il se forme un nouveau corps oxydé ayant pour formule $SiCO^3$.

Il existe donc deux corps oxygénés qui peuvent être considérés comme deux oxydes d'un radical Si^2C^2.

Pour appuyer l'idée générale qui le dirigeait dans ces travaux, M. Colson a voulu combiner au soufre le carbure de silicium.

Il y est arrivé, en faisant agir la vapeur de sulfure de carbone sur le silicium porté à une température élevée : il a obtenu ainsi un composé sulfuré ayant pour formule $Si^4 C^4 S$.

Tel est le résumé des belles recherches de M. Colson sur la combinaison du silicium avec le carbone.

M. Colson a publié des travaux nombreux et d'un grand intérêt sur la Chimie organique.

Ce qui leur donne un caractère spécial, c'est que l'auteur a toujours appliqué, dans ses études sur les corps qu'il découvrait, les ressources que pouvaient lui fournir la Physique, la Cristallographie et les déterminations thermiques. Il est arrivé ainsi à caractériser des corps nouveaux et à expliquer des transformations isomériques qui auraient sans doute échappé à des investigations exclusivement chimiques.

Pour montrer toute la fécondité de la méthode générale suivie par M. Colson, il suffit de jeter les yeux sur la liste des corps qu'il a découverts dans son grand travail sur les alcools aromatiques. On y trouve :

1° L'alcool métatoluique;
2° L'alcool orthotoluique;
3° Le glycol métaxylénique et ses éthers simples;
4° Le glycol orthoxylénique et ses éthers simples;
5° Le glycol mésitylénique;
6° Le glycol mésitylénique bromé;
7° La glycérine mésitylénique;

c'est-à-dire deux alcools nouveaux, quatre glycols et une nouvelle glycérine.

Tous les chimistes savent que de pareils corps présentent une grande importance et donnent naissance à une quantité presque innombrable de dérivés.

Ces belles recherches ont reçu la sanction de la Faculté des Sciences; elles ont fait obtenir à M. Colson le titre de Docteur ès Sciences.

Dans un autre travail sur les oxydes mixtes aromatiques, M. Colson a découvert une méthode générale qui permet de transformer ces oxydes en aldéhydes.

S'appuyant sur les belles observations de notre savant Confrère M. Cahours, qui ont prouvé tout le parti que l'on pouvait tirer du perchlorure de phosphore dans les recherches de Chimie organique,

M. Colson a eu l'idée de faire agir ce réactif sur les oxydes mixtes aromatiques : il a reconnu que, dans ce cas, ces oxydes se transformaient en aldéhydes aromatiques.

Ce fait capital étant trouvé, M. Colson a dû penser que le perchlorure de phosphore pourrait être employé pour attaquer les groupements gras des carbures mixtes, tels que le toluène, les xylènes, etc.

Le travail prenait alors un développement considérable et nécessitait de nombreuses expériences.

Pour les exécuter, M. Colson a eu recours à la collaboration de son ami M. Gautier et les résultats suivants furent alors constatés.

1° Le perchlorure de phosphore permet d'introduire dans les molécules de méthylbenzines des quantités de chlore limitées, que l'on peut prévoir à l'avance.

2° Dans certaines séries, le chlore attaque exclusivement les groupes méthyles.

3° En entrant dans les molécules organiques, le chlore du perchlorure de phosphore se partage entre les groupes méthyles, de telle façon qu'en faisant agir $2^{éq}$ de perchlorure sur la molécule de méthylbenzine, on obtient des éthers bichlorhydriques.

De même, avec $4^{éq}$ de perchlorure, on produit des tétrachlorures appelés aldéhydiques, parce que, sous l'influence de l'eau bouillante, ils donnent naissance à des aldéhydes.

Ces réactions si nettes ont permis de faire la synthèse de trois aldéhydes.

Le chlore agissant en excès a produit des hexachlorures qui donnent, sous l'influence de l'eau, des acides bibasiques.

$5^{éq}$ de chlore, réagissant sur $1^{éq}$ d'orthoxylène, donnent un pentachlorure qui produit, en se décomposant par l'action de l'eau, un aldéhyde acide qui est le premier corps de ce genre connu dans la série aromatique.

Ces travaux poursuivis avec une grande persévérance, ont conduit, comme on le voit, à des résultats qui intéressent les parties les plus importantes de la Chimie organique.

Après avoir constaté le mérite et l'originalité de toutes ces recherches, exécutées dans des conditions difficiles, la Section de Chimie a décerné à M. **Colson** la moitié du prix Jecker.

Rapport sur les travaux de M. Oechsner de Coninck ; par M. **Friedel**.

M. **Oechsner de Coninck** a été élevé à bonne école : il fut pendant plusieurs années l'élève de notre regretté Confrère Wurtz, avant de devenir son préparateur. Aussi n'y a-t-il pas lieu de s'étonner que, dans le courant de treize années, il ait publié un grand nombre de recherches originales, exécutées avec beaucoup de soin, avec un esprit de suite digne d'éloges et dont plusieurs présentent un véritable intérêt.

Après s'être essayé d'abord dans quelques travaux de vérification ou d'analogie et avoir, entre autres, découvert un alcool hexylique secondaire par hydrogénation de l'acétone correspondante, et en même temps une pinacone ou glycol tertiaire, M. Oechsner de Coninck s'est voué entièrement, à partir de 1879, à l'étude des bases pyridiques et quinoléiques. C'est là un sujet aussi important que difficile, dont il est à peu près seul à s'occuper en France, puisqu'en regard de tant de recherches publiées en Angleterre, en Autriche, en Allemagne, nous ne pouvons placer que quelques expériences isolées de Wurtz, et les travaux de notre savant Confrère M. Cahours, faits en commun avec M. Étard, sur les relations entre la nicotine et les composés de ces groupes.

Il est pourtant facile de comprendre tout l'intérêt qui s'attache à ces études. Des faits découverts récemment, il paraît ressortir avec une très grande probabilité que plusieurs des alcaloïdes naturels, dont la synthèse serait une véritable conquête, renferment des groupes pyridiques ou quinoléiques, c'est-à-dire des groupements atomiques, analogues à ceux de la benzine ou de la naphtaline, dans lesquels un atome de carbone uni à un atome d'hydrogène se trouverait remplacé par un atome d'azote.

C'est guidé par cet ordre d'idées que M. Ladenburg est parvenu récemment à reproduire la conicine, qui est, d'après lui, une α-propylpipéridine.

Il est donc nécessaire d'étudier les isoméries nombreuses que peuvent présenter les dérivés pyridiques et quinoléiques, comme ceux de la benzine et de la naphtaline.

M. Oechsner de Coninck a entrepris d'abord l'examen de la quinoléine brute provenant de la distillation de la cinchonine avec la potasse.

Il y a reconnu l'existence de deux lutidines, c'est-à-dire de deux diméthylpyridines ou éthylpyridines isomériques et de deux collidines (triméthylpyridines ou éthylméthylpyridines) isomériques, qu'il est parvenu à séparer.

Il y a trouvé également une petite quantité de tétrahydroquinoléine, ce qui tend à confirmer l'hypothèse de Wischnegradsky, suivant laquelle les groupes pyridiques et quinoléiques existeraient dans les alcaloïdes à l'état d'hydrures.

L'oxydation de la β-lutidine lui a fourni l'acide nicotianique, rendant ainsi probable l'existence dans ce composé d'une seule chaîne latérale hydrocarbonée.

Celle de la β-collidine a donné un acide homologue du précédent et que M. Oechsner a nommé pour cette raison *homonicotianique ;* celui-ci présente la plus grande analogie avec l'acide nicotianique et se dédouble par la distillation avec un excès de chaux en acide carbonique et picoline. Ceci indique pour la β-collidine l'existence de deux chaînes latérales, l'une méthylique, l'autre éthylique.

Les produits de l'action de la potasse sur la brucine lui ont donné également de la β-lutidine et deux collidines isomériques ; mais il n'a pas trouvé, parmi les bases quinoléiques, celles supérieures à la dispoline.

M. Oechsner de Coninck a porté son attention sur une réaction qui distingue nettement les bases quinoléiques des bases pyridiques : les chloroplatinates des premières sont stables et résistent à l'action de l'eau bouillante ; sauf en présence d'un excès de base libre, ceux des bases pyridiques au contraire sont modifiés, ainsi que l'a montré Anderson, avec perte de deux molécules d'acide chlorhydrique.

On a donc là un moyen de séparer les deux catégories de bases; mais on peut aller plus loin. Toutes les bases pyridiques ne sont pas ainsi modifiées avec la même facilité : celles du goudron de houille le sont moins rapidement que celles de la cinchonine et de la brucine, et celles de l'huile de Dippel le sont moins encore. C'est donc là encore un caractère distinctif important et un moyen de séparation d'autant meilleur que les sels modifiés sont stables et peuvent facilement être obtenus purs.

Les chloroplatinates des bases hydropyridiques et hydroquinoléiques sont encore plus facilement altérables que ceux des bases pyridiques.

M. Oechsner s'est servi, entre autres, de la comparaison des vitesses de transformation pour vérifier l'identité de la quinoléine synthétique de Skraup avec la quinoléine provenant de la cinchonine.

On trouve des différences analogues dans les vitesses avec lesquelles les iodures alcooliques, et particulièrement l'iodure d'éthyle, se combinent avec les bases pyridiques de diverse provenance.

M. Oechsner de Coninck s'est également occupé de l'hydrogénation des

bases pyridiques, et celle de la β-collidine provenant de la cinchonine lui a fourni une base qui est isomérique avec la cicutine ou identique avec elle. Elle possède, avec la même composition, les mêmes propriétés physiologiques.

Ceci nous conduit à dire que M. Oechsner a étudié, avec la collaboration de MM. Marcus et Pinet, l'action physiologique de la plupart des bases qu'il a eues entre les mains et préparées à l'état de pureté; il a eu l'occasion de constater chez plusieurs d'entre elles une action antiseptique et une action antipyrétique très marquées. On sait d'ailleurs que plusieurs corps de cette série ont été proposés comme médicaments.

Nous n'avons pas cité tous les travaux de M. **Oechsner de Coninck**; ceux que nous venons de résumer rapidement nous paraissent suffire pour lui assigner une place honorable parmi les jeunes savants, desquels l'Académie est en droit de beaucoup attendre, puisqu'ils ont déjà fait leurs preuves, et pour le rendre digne de recevoir la moitié du prix Jecker.

L'Académie adopte successivement les conclusions de ces Rapports.

GÉOLOGIE.

PRIX VAILLANT.

(Commissaires : MM. Daubrée, Hébert, Gaudry, Des Cloizeaux; Fouqué, rapporteur.)

Rapport sur les Mémoires des Membres de la Mission française d'Andalousie : MM. **Michel Lévy**, **Bertrand**, **Barrois**, **Offret**, **Kilian** et **Bergeron**.

Un dossier volumineux est présenté par les Membres de la Commission française, envoyée en 1885 en Andalousie pour l'étude du tremblement de terre dont ce pays a été témoin en 1884-85. Nous y trouvons un texte développé relatant le travail commun des Membres de la Mission et trois Mémoires spéciaux comprenant le résultat des recherches géologiques faites par chacun des trois groupes dans lesquels la Mission s'était divisée.

Dans la partie générale de l'Ouvrage nous trouvons un exposé détaillé de tous les faits relatifs au tremblement de terre, et une discussion attentive des données recueillies. Les observateurs ont cherché à déterminer la vitesse de propagation des secousses et la profondeur du centre d'ébranlement. En l'absence presque complète d'indications horaires précises, ils ont tiré tout le parti possible de données peu nombreuses offrant quelque chance de certitude, et ce n'est qu'après une étude minutieuse des méthodes employées qu'ils ont cru devoir adopter les données numériques approximatives auxquelles ils sont arrivés.

A l'appui des renseignements fournis par l'observation, ils ont eu recours à l'expérience. A cet effet, ils ont fait construire des instruments de précision permettant de déterminer avec un degré de certitude inespéré la vitesse de propagation des secousses dans des sols de nature diverse. L'appareil enregistreur employé est remarquable par sa construction élégante et par l'excellence de son fonctionnement. Les résultats obtenus font connaître sûrement les vitesses de propagation des secousses dans le granite, le grès et les schistes houillers, le calcaire cristallin, le grès compact triasique et enfin dans les sables tertiaires. Ils montrent en outre, de la façon la plus saisissante, la marche du phénomène : l'arrivée préalable de secousses de minime amplitude, auxquelles succèdent des vibrations plus amples, jusqu'à ce qu'un maximum soit atteint après lequel les vibrations vont en décroissant, tantôt avec régularité, tantôt avec production de nouveaux maxima.

Mais ce qui a préoccupé surtout les Membres de la Mission, c'est la considération des relations qui existent entre l'extension des phénomènes séismiques et la constitution géologique du sol. Pour résoudre cette question, ils se sont séparés en trois groupes qui ont été chargés, chacun, de l'examen d'une portion spéciale de l'Andalousie.

Les explorations de MM. Michel Lévy et Bergeron ont porté sur la région la plus occidentale intéressée par le tremblement de terre, entre Malaga, Marbella et Estepona; c'est là que se trouve la chaîne montagneuse connue sous le nom de *serrania de Ronda*, célèbre par les épanchements grandioses de lherzolite et de norite qui forment une partie du massif.

Au centre de cette région, déjà éloignée de l'épicentre, les premiers frémissements de l'écorce terrestre ont précédé de plusieurs minutes la production des grosses ondulations.

Au point de vue géologique, les faits nouveaux découverts par MM. Michel Lévy et Bergeron sont : 1° l'existence d'une vaste région de gneiss à

cordiérite; 2° celle d'un gisement de dolomie métamorphique, riche en pargasite, chondrodite, sphène, etc.; 3° la détermination de certains éléments des lherzolites et norites, et notamment celle d'une association maclée de pyroxène et d'enstatite; 4° la présence de lambeaux de permien dans la serrania de Ronda; 5° la spécification d'une discordance complète entre le nummulitique et le crétacé; 6° l'étude d'une faune nouvelle dans le pliocène qui longe la côte.

On doit à MM. Marcel Bertrand et Kilian l'étude de la région située au nord de la chaîne bétique, jouant par rapport à cette chaîne le même rôle que les chaînes subalpines par rapport aux grandes Alpes. Ils ont pu y déterminer l'âge des argiles bariolées et des gypses de la formation triasique et le faciès alpin de cette formation. Dans le jurassique, où deux horizons fossilifères seulement étaient signalés, ils ont reconnu, à l'aide des fossiles qu'ils ont recueillis, la présence des différents étages du lias, du bajocien, du bathonien, de l'astartien et des calcaires coralliens équivalant au tithonique, le tout surmonté de lambeaux appartenant au néocomien.

Pour les dépôts miocènes, au sujet desquels régnait la plus grande confusion, ils ont noté la succession des étages : helvétien, tortonien, sarmatique, pontique et thracien.

Cette étude a permis à MM. Bertrand et Kilian de tracer l'histoire orogénique de la région. Le premier grand mouvement qui a dessiné le relief de la chaîne aurait eu lieu, d'après eux, entre le crétacé et le nummulitique; le second, d'une importance au moins égale, à la fin du nummulitique. La mer helvétienne est revenue plus tard occuper un large détroit entre la sierra Morena et la chaîne bétique; puis, après une nouvelle émersion, des affaissements locaux, dont le plus important est celui du bassin de Grenade, ont amené le retour de la mer et le remplissage des vallées récemment formées. Quelques bassins lacustres ont alors seuls subsisté et se sont comblés à leur tour. Pendant l'époque pliocène il n'y a plus eu que quelques plissements peu considérables.

La correspondance entre cette histoire orogénique de l'Espagne et celle de l'Italie explique pourquoi les deux pays sont, dans le midi de l'Europe, ceux qu'affectent plus particulièrement les tremblements de terre.

MM. Barrois et Offret étaient chargés de l'étude géologique de la région la plus éprouvée par le tremblement de terre. Ils ont eu à explorer successivement de vastes étendues occupées par le terrain triasique, puis par le cambrien et enfin par les schistes et gneiss du terrain primitif. L'examen chimique des cipolins intercalés dans les schistes métamorphiques les a

conduits à la détermination rigoureuse de la série des minéraux qu'on y observe : diallage, trémolite, actinote, idocrase, épidote, mica blanc. Ils ont pu également isoler et étudier les minéraux si nombreux et si divers de la zone des micaschistes : andalousite, staurotide, grenat, disthène, muscovite, sillimanite, rutile, tourmaline, etc. Une découverte intéressante au point de vue minéralogique est celle de la glaucophane dans cette série où elle s'observe rarement.

Au point de vue stratigraphique, MM. Barrois et Offret montrent que la chaîne bétique est composée de tronçons qui ont chevauché les uns sur les autres après l'époque triasique. D'après eux, les mouvements de l'époque tertiaire n'auraient fait qu'accentuer ces dislocations.

La structure de la chaîne bétique ainsi comprise explique la relation curieuse qui existe entre la position de l'épicentre du tremblement de terre et celle de la seconde ride transverse anticlinale que décrivent les couches de la sierra Tejeda. Les failles transverses observées à Malaga, Motril et Guadix expliquent aussi la fréquence des tremblements de terre en Andalousie et la direction habituelle du grand axe de l'épicentre.

Au texte présenté par les Membres de la Mission du tremblement de terre d'Andalousie sont jointes des photographies représentant l'état des localités visitées, des coupes de terrain, des dessins de sections microscopiques de roches, des planches de fossiles, enfin une Carte géologique de la région. Le travail peut donc être considéré comme satisfaisant à la question posée pour le concours du prix Vaillant. En conséquence, la Commission de l'Académie chargée de décerner ce prix est d'avis de l'accorder aux Membres de la Mission d'Andalousie : MM. **Michel Lévy**, **Marcel Bertrand**, **Barrois**, **Offret**, **Kilian**, **Bergeron**.

Rapport sur le Mémoire présenté par M. **de Montesson**, *officier d'Artillerie à Nîmes.*

Le Mémoire présenté par M. **de Montesson** traite successivement de toutes les questions qui figurent dans l'énoncé du sujet proposé pour le concours du prix Vaillant. L'auteur, ancien élève de l'École Polytechnique, a passé quatre années, de 1881 à 1885, dans la République de San Salvador, où il a été employé comme capitaine instructeur. Il a profité de son séjour dans l'Amérique centrale pour étudier avec soin tous les phénomènes physiques dont ce pays est le théâtre incessant. Non seulement il a

recueilli l'indication exacte des secousses de tremblement de terre et des phénomènes volcaniques qui se sont manifestés dans ce pays durant son séjour, mais il a dressé la liste, aussi détaillée que possible, de tous les faits de ce genre dont l'Amérique centrale a été le siège depuis l'arrivée des Européens.

Ces documents importants une fois rassemblés, il a cherché leur relation avec les autres phénomènes physiques concomitants, comparant le développement de ces phénomènes avec celui des manifestations séismiques. Des tableaux nombreux, des tracés graphiques méthodiquement dressés lui ont permis de se prononcer en connaissance de cause sur chacun des points qui ont été l'objet de ses investigations.

Il a reconnu ainsi qu'il n'existait aucune relation simple entre la fréquence des secousses de tremblement de terre et les phénomènes astronomiques divers, tels que ceux qui résultent des positions variées que peuvent occuper l'un par rapport à l'autre les différents éléments du système solaire. Mêmes conclusions négatives relativement à l'influence qu'on a attribuée aux agents des phénomènes météorologiques. Il prouve que l'action des baisses barométriques, celle de l'abondance plus ou moins grande des pluies, celle des variations de l'aiguille aimantée, etc., sont sensiblement nulles.

Tenant compte de ces résultats, la Commission de l'Académie a pensé qu'il y avait lieu d'accorder à M. DE MONTESSON un encouragement de *mille francs*.

L'Académie adopte successivement les conclusions de ce Rapport.

BOTANIQUE.

PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. Gosselin, Larrey, Richet, Duchartre;
Chatin, rapporteur).

Parmi les travaux adressés à l'Académie pour le prix Barbier, il en est un, ayant pour titre : *Structure anatomique comparée des substances médici-*

nales. — *Anatomie comparée des feuilles officinales*, que votre Commission a placé, en raison de son originalité et de son importance, au premier rang.

Son auteur, M. **Eugène Collin**, donne, en deux forts volumes de planches et autant de texte, l'encyclopédie anatomique de la matière médicale, tant étrangère que française.

M. Collin comprend successivement dans ses recherches, aussi longues (elles ont duré quinze ans) qu'approfondies, les racines, les bois, les écorces, les feuilles, insistant sur les affinités qui rapprochent et les différences qui distinguent les substances étudiées. Il insiste en particulier sur les analogies anatomiques qui relient les mêmes organes dans les familles se rapprochant par leurs caractères morphologiques, confirmant sur ce point d'anciennes recherches de l'un de nous sur l'avenir réservé à l'anatomie dans la taxonomie végétale.

L'anatomie des feuilles, sur laquelle M. Collin entre dans des développements spéciaux, embrassant la plupart des familles de plantes phanérogames comparées par classes, constitue l'une des parties les plus originales de ses études. Des Tableaux analytiques, dont les divisions reposent sur la présence, la forme, la nature, la localisation des canaux sécréteurs, glandes laticifères, sur la disposition des appareils libéro-ligneux, stomatique, pilifère et cristallifère, font saisir à grands traits les résultats généraux fournis par ses patientes études micrographiques d'Anatomie comparée, études dont il a lui-même dessiné et gravé les nombreuses planches.

La Commission de l'Académie est unanime à proposer que le prix Barbier soit la récompense des recherches anatomiques de M. **Eugène Collin**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Chatin, Trécul, Cosson ;
P. Duchartre, rapporteur.)

L'Académie a reçu, cette année, comme pièces présentées au concours pour le prix Desmazières, d'un côté un grand Ouvrage dans lequel le texte est accompagné d'un bel et volumineux Atlas de Planches, d'un autre quelques Mémoires et Notes traitant tous d'un même sujet. Malheureusement,

l'auteur de ces derniers travaux n'a sans doute pas eu connaissance d'une condition fondamentale imposée aux savants qui aspirent au prix en vue duquel il les présentait ; c'est que ce prix ne peut être accordé que pour « le meilleur ou le plus utile écrit publié dans le courant de l'année précédente ». Or les plus importants de ses Mémoires, ceux qui forment réellement le corps de son œuvre et d'après lesquels par conséquent cette œuvre aurait dû être jugée, ont paru à une époque antérieure à celle au-delà de laquelle le fondateur du prix n'a pas voulu qu'il fût permis de remonter. La Commission a donc pensé qu'elle n'avait pas à s'occuper d'un ensemble de travaux qui ne rentraient que pour une faible partie dans les conditions du programme, et qu'elle ne devait admettre au concours que la première des deux œuvres présentées, qui a été inscrite sous le n° 2 et dont le texte porte la date de 1885, c'est-à-dire de l'année pendant laquelle la publication en a été terminée.

Cette dernière œuvre forme un Volume grand in-8° de 355 pages, auquel est joint comme Atlas un fort volume comprenant 132 Planches qu'un Supplément a même élevé au nombre de 135, et dont chacune est accompagnée d'une page de légende. Il est intitulé : *Synopsis des Diatomées de Belgique*, par le Dr **Henri van Heurck**, directeur du Jardin botanique d'Anvers; toutefois l'auteur, dont le nom figure seul sur le titre, déclare, dans sa Préface, que M. **Grunow**, savant autrichien, bien connu pour le nombre et la valeur des écrits qu'il avait déjà publiés sur la famille qui fait le sujet du Livre, a pris une grande part à la préparation de celui-ci, et, dans une lettre écrite le 12 novembre 1886, au Président de la Commission du prix Desmazières, il demande que le nom de M. A. Grunow soit associé au sien dans la décision qui pourra être prise au sujet du travail pour lequel il a trouvé, dans ce dernier savant, « un collaborateur aussi actif que dévoué ». Se rendant à ce désir, qu'elle regarde comme aussi légitime que loyalement exprimé, la Commission a considéré le *Synopsis des Diatomées de Belgique* comme étant dû en commun à MM. **H. van Heurck** et **A. Grunow**.

Les Diatomées ou Bacillariées sont des Algues unicellulaires, de dimensions microscopiques, aussi curieuses par leur forme, leur organisation que par l'enchaînement de faits qui a pour résultat leur rapide multiplication. Elles ont une sorte de carapace siliceuse ornée de dessins tellement délicats que l'observation exacte ne peut en être faite qu'avec d'excellents microscopes et que, par cela même, plusieurs d'entre elles sont devenues des *test-*

objets habituellement employés. Si à cette considération de la difficulté réelle qu'on éprouve à les observer avec le soin nécessaire pour les bien décrire et les caractériser on ajoute celle du nombre considérable des genres et des espèces qu'elles constituent, on se fera facilement une idée de l'importance que doit avoir, pour l'étude de ces minimes Cryptogames, un Ouvrage qui en présente à la fois une énumération aussi complète que possible, des descriptions exactes et de bonnes figures suffisamment amplifiées à l'appui des descriptions. Or ce sont là trois ordres de mérites que la Commission reconnaît au grand Ouvrage de MM. Van Heurck et Grunow. Le plan en est bien tracé : on y trouve en effet une introduction qui semble indispensable en pareille matière et qui a pour objet de faire connaître successivement la structure et la vie des Diatomées, la meilleure marche à suivre pour les étudier, pour les rechercher dans la nature, pour en faire des préparations se conservant indéfiniment et restant toujours faciles à observer; viennent ensuite un examen attentif des détails de structure qui fournissent les caractères distinctifs de ces petits êtres avec l'exposé de la nomenclature basée sur ces détails, le relevé des principales classifications qui ont été proposées pour la division de la famille des Diatomées; une énumération des écrits déjà nombreux dont elle a été l'objet; enfin arrive la partie descriptive, c'est-à-dire le corps de l'Ouvrage, qui est écrite de manière à satisfaire à toutes les exigences de la Science moderne, et dans laquelle on trouve une description précise avec la synonymie, l'indication des localités et la distinction des variétés, quand il en existe, pour 430 espèces actuellement vivantes ou fossiles, rapportées à 68 genres. Une série de clefs analytiques et de tableaux synoptiques, œuvre spéciale de M. Van Heurck, conduit sans difficulté de la famille entière à ses divisions, formant des sous-familles et des tribus, puis des tribus aux genres et des genres aux espèces. Deux tables alphabétiques permettent de retrouver sans peine, l'une dans le texte, l'autre dans l'Atlas, tous les noms de genres, d'espèces et les synonymes qui y sont employés. Cette dernière à elle seule forme un fascicule de 120 pages.

Quant à l'Atlas qui accompagne le texte du Livre de MM. **Van Heurck** et **A. Grunow**, on ne saurait en faire trop l'éloge. Chacune des 135 Planches qu'il comprend réunit de nombreuses figures exécutées en majeure partie par M. Grunow avec une remarquable netteté de détails et choisie de manière à faciliter considérablement la détermination des espèces. En somme, ce Livre avancera beaucoup la connaissance des Diatomées non

seulement en Belgique, mais partout où une diffusion géographique assez uniforme a répandu ces petits végétaux; aussi la Commission n'hésite-t-elle pas à décerner à ces auteurs le prix Desmazières pour l'année 1886.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX DE LA FONS MÉLICOCQ.

(Commissaires : MM. Duchartre, Van Tieghem, Trécul, Naudin; Chatin, rapporteur.)

Les travaux reçus par l'Académie pour le prix de La Fons Mélicocq sont, cette année, exceptionnellement nombreux et importants; ce sont, dans l'ordre de leur envoi :

N° 1. *Prodromus Floræ Galliæ septentrionalis,* et quelques Notes supplémentaires, par M. Ch. Magnier;

N° 2. *Catalogue des Muscinées de la Somme,* par M. Gonse;

N° 3. *Algues marines du nord de la France,* par M. Debray;

N° 4. *Flore du nord de la France,* par M. E.-G. Camus;

N° 5. *Flore du nord de la France,* par MM. Gaston Bonnier et G. de Layens.

Tout en reconnaissant un mérite réel aux nos 1, 2 et 3, la Commission a dû mettre au premier rang les nos 4 et 5, ouvrages beaucoup plus généraux et qui, tout en se recommandant par des qualités communes, diffèrent par des qualités spéciales laissant à chacun d'eux une originalité propre.

Tous deux comprennent dans leur cadre, outre les plantes des départements de l'Oise, de la Somme, du Pas-de-Calais, du Nord, de l'Aisne et des Ardennes, celles de toute la flore de Paris; mais, tandis que le travail de M. Camus, plus développé pour les diagnoses et l'indication des habitats attribue aux grandes familles des planches nombreuses et fort belles, celui de MM. Bonnier et de Layens se distingue en ceci, qu'une figure placée à côté du nom de chacune des espèces permet d'abréger les descriptions, tout en facilitant les déterminations. On comprend du reste que l'organe représenté, toujours choisi de façon à mettre en lumière un caractère essentiel, facilite beaucoup la distinction des espèces ou affines ou litigieuses.

Votre Commission, tenant compte de la valeur absolue ainsi que des mérites particuliers et distincts des recherches de MM. **Gaston Bonnier** et

G. DE LAYENS d'une part, d'autre part de M. E.-G. CAMUS, propose à l'Académie de partager entre eux le prix de La Fons Mélicocq.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX MONTAGNE.

(Commissaires : MM. Duchartre, Chatin, Trécul, Cosson; Van Tieghem, rapporteur.)

L'Académie a accordé, en 1877, un encouragement de *mille francs* sur les fonds du prix Desmazières à M. le Dr QUÉLET, médecin à Hérimoncourt (Doubs), pour son Ouvrage intitulé : *Les champignons du Jura et des Vosges*.

Depuis cette époque, M. le Dr Quélet a poursuivi sans relâche ses patientes recherches et ajouté d'année en année jusqu'à quatorze suppléments à son premier travail, dont l'importance s'est ainsi considérablement accrue. Chacun de ces suppléments contient, en effet, la description d'un bon nombre d'espèces nouvelles, dont les principaux caractères sont figurés dans de belles Planches coloriées.

Tout récemment, enfin, l'auteur a résumé et condensé les résultats de ses longues études sur les Champignons dans un petit Volume intitulé : *Enchiridion fungorum in Europa media et præsertim in Gallia vigentium*, publié à Paris en 1886, Ouvrage précieux, désormais indispensable à tous ceux qui voudront aborder cette partie de la Science.

L'ensemble de ces travaux a placé M. QUÉLET au premier rang des botanistes qui consacrent leurs efforts à la découverte et à la description des Champignons supérieurs de notre pays. Aussi est-ce à l'unanimité que la Section de Botanique lui décerne le prix Montagne pour 1886.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX THORE.

(Commissaires : MM. de Quatrefages, Chatin, Duchartre, A. Milne-Edwards; Émile Blanchard, rapporteur.)

La Commission a distingué un intéressant Ouvrage ayant pour objet les Insectes nuisibles aux arbres les plus précieux de la région des Alpes maritimes. L'auteur, un entomologiste de Nice, M. **Peragallo**, a traité avec compétence des habitudes, des mœurs, des conditions d'existence de nombreuses espèces et des moyens de les détruire. Il a tracé successivement l'histoire des espèces les plus préjudiciables au Figuier, au Citronnier et à l'Oranger, au Caroubier, au Chêne vert et au Chêne-Liège, à la Vigne.

A l'égard de l'Olivier, l'étude a été poursuivie avec un soin particulier. C'est qu'en effet l'arbre qui constitue une des grandes richesses de nos départements méridionaux subit les plus graves dommages de la présence d'un petit Coléoptère bien connu (*Phlœotribus Oleæ*), qui, travaillant entre l'écorce et l'aubier, fait périr les jeunes branches, et d'une Mouche plus connue encore, la Mouche de l'Olive (*Dacus Oleæ*) qui occasionne des pertes énormes dans la récolte du fruit. M. Peragallo a tiré avantage de la plupart des observations antérieures, qu'il ne manque pas de signaler; mais il a fourni en outre des études personnelles qui méritent d'être appréciées. L'Ouvrage de l'entomologiste de Nice est appelé à rendre les plus réels services aux propriétaires et aux cultivateurs du midi de la France. Aussi la Commission propose d'accorder le prix Thore, pour l'année 1886, à M. **Peragallo**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX SAVIGNY.

(Commissaires : MM. Blanchard, A. Milne-Edwards, de Lacaze-Duthiers, Grandidier; de Quatrefages, rapporteur.)

La Commission déclare qu'il n'y a pas lieu de décerner le prix Savigny pour l'année 1886.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Vulpian, Richet, Marey, Charcot, Larrey, Pasteur, Chatin, Paul Bert, Brown-Séquard; Gosselin, rapporteur.)

La Commission, cette année comme les précédentes, a eu plus de quarante travaux à examiner, et elle s'est trouvée fort embarrassée lorsqu'il s'est agi de choisir trois d'entre eux pour les trois prix que l'Académie a l'habitude d'accorder chaque année sur les fonds Montyon pour les prix de Médecine et de Chirurgie. En effet, quatre au moins de ces travaux méritaient la récompense, et nous ne pouvions la donner qu'à trois. La Commission décida alors que le Mémoire très remarquable de MM. Nocard et Mollereau, *Sur la mammite contagieuse des vaches laitières,* vous serait seulement signalé par le rapporteur, mais qu'il serait renvoyé au concours de l'an prochain, avec une recommandation spéciale.

I. Les trois autres travaux que nous avons jugés dignes d'un prix, avec *deux mille cinq cents francs*, sont ceux :

De M. le Dr Léon Colin, *Sur Paris, sa topographie, son hygiène et ses maladies;*

De MM. les Drs Dejerine et Landouzy, *Sur la myopathie atrophique progressive;*

De M. le Dr Oré, *Sur l'hygiène des Maternités.*

1° M. **Léon Colin**, Médecin-Inspecteur de l'Armée, entraîné vers les questions d'hygiène par ses goûts, ses aptitudes, ses occupations officielles, a eu l'occasion de rassembler une série de documents importants sur l'hygiène de la ville de Paris. Médecin distingué, il connaît les maladies épidémiques et contagieuses. Hygiéniste de premier ordre, il sait découvrir les causes de ces maladies, les conditions d'insalubrité qui les amènent, et indiquer les modifications et les perfectionnements nécessaires pour supprimer ces causes. De l'ensemble de ces documents, il a tiré l'œuvre intéressante dont je viens d'indiquer le titre. Nous possédions déjà sur la ville de Paris des ouvrages justement estimés, notamment ceux de Dulaure et

de M. Maxime Ducamp. La différence capitale entre ces livres et celui de M. L. Colin, c'est l'adjonction, par ce dernier, aux notions de topographie, de renseignements médicaux et hygiéniques, montrant au lecteur ce qui a été fait et ce qui reste à faire pour ménager et conserver la santé des habitants de la grande ville.

L'espace nous manquerait pour analyser et faire apprécier les Chapitres intéressants consacrés par M. Colin à la topographie de Paris, à son hydrologie, à sa météorologie, à ses rues, à ses habitations, à ses immondices; mais nous tenons à signaler spécialement les passages dans lesquels il étudie la distribution des eaux, les vidanges et les égouts, passages où il expose ses vues et ses opinions personnelles sur les problèmes délicats que ces trois sujets soumettent depuis longtemps à l'étude des administrateurs et des savants.

Ce qui donne à la lecture de ces chapitres un intérêt tout spécial, c'est la façon originale avec laquelle M. Colin nous dit ce qui était autrefois, ce qui est aujourd'hui et ce qui devra être demain, c'est-à-dire dans l'avenir. Distribution inévitable et obligatoire de l'eau de source pour l'alimentation dans toutes les maisons; construction d'égouts à pentes et chasses d'eau suffisantes pour que les liquides putrides n'y séjournent pas; envoi de toutes les matières fécales dans les égouts, quand leur construction permettra de le faire, et, en attendant que la chose soit devenue possible, suppression de toutes les vidanges à l'air libre et envoi de leurs produits au loin par des tuyaux suivant le chemin des égouts actuels : telles sont les conclusions auxquelles arrive M. Colin, après avoir discuté toutes les données de ces problèmes avec une compétence incontestable, et en avoir exposé les détails avec une élégance de style qui fait comprendre et retenir tout ce qu'il écrit.

2° MM. les Drs **Landouzy** et **Dejerine**, dans leur Ouvrage *Sur la myopathie atrophique progressive*, ont le mérite d'avoir éclairci, par des recherches anatomo-pathologiques et cliniques, un point resté obscur de la pathologie du système nerveux. Nos travaux français, surtout ceux de Cruveilhier et Duchenne, de Boulogne, avaient bien fait connaître une maladie qui est désignée, en Nosographie, sous le nom d'*atrophie musculaire progressive;* mais ils avaient compris dans la même description et, en quelque sorte, dans le même cadre, toutes les variétés cliniques de cette maladie, en en mettant le point de départ constant dans une lésion de la moelle épinière (*atrophie musculaire myélopathique*). Ce qu'il y a de neuf dans le tra-

vail de MM. Landouzy et Dejerine, c'est d'établir qu'il y a une atrophie progressive indépendante de la moelle et due à une lésion primitive des muscles eux-mêmes; ils la nomment l'*atrophie musculaire progressive myopathique*. Cette variété a pour caractères principaux de se développer pendant l'enfance; d'être le plus souvent héréditaire; de commencer habituellement par les muscles de la face; de donner à l'expression faciale un type particulier qu'ils nomment le *facies myopathique*, de se limiter aux muscles animés par le nerf facial, en épargnant ceux des muscles faciaux qui reçoivent leurs nerfs de la cinquième paire, les masticateurs en particulier; d'envahir les muscles de l'épaule et du bras après ceux de la face, quelquefois, mais rarement, ceux du membre inférieur; de constituer une maladie difficile, le plus souvent impossible à guérir; mais de laisser vivre les patients beaucoup plus longtemps que cela n'a lieu pour l'autre atrophie progressive, la myélopathie, pour la raison que nous faisions pressentir tout à l'heure, c'est-à-dire parce que, n'intéressant que les muscles étrangers aux fonctions digestives et respiratoires, elle ne trouble pas de la même façon les grandes fonctions nécessaires à la vie.

3° M. le Dr **Oré**, Professeur à la Faculté de Médecine de Bordeaux, dont les travaux ont été plusieurs fois encouragés par l'Académie, a envoyé cette année pour le concours Montyon une importante Monographie *sur l'hygiène des Maternités*. Cette Monographie doit son originalité à ce que l'auteur, appelé à donner son avis sur l'emplacement et les plans de la nouvelle Maternité qu'il s'agissait de construire à Bordeaux, s'est inspiré de toutes les études et de toutes les discussions dont cette grande question de l'hygiène hospitalière a été l'objet depuis une vingtaine d'années. Il a fait lui-même un plan, qu'il a représenté à la fin de son travail, plan dans lequel prédomine l'intention d'éviter l'encombrement, d'isoler le plus possible, d'aérer sans refroidir. Ce plan, après avoir été longuement examiné et discuté à Paris et à Bordeaux, a été adopté sans changement par les autorités, les architectes et les médecins. M. Oré en a surveillé lui-même l'exécution pendant plusieurs années. Le nouvel hôpital a commencé à fonctionner le 1er janvier 1878. Depuis cette époque jusqu'au 1er janvier 1886, il y a bien eu encore (en 1879 et 1881) deux petites épidémies; mais elles ont pu être expliquées par l'absence ou le chauffage insuffisant d'un calorifère. Durant les six autres années, et notamment depuis 1882, la mortalité par fièvre puerpérale n'a été que de 1 pour 100 en 1882, 0,22 pour 100 en 1883, 0 en 1884, 0,32 pour 100 en 1885.

L'ancienne Maternité, que celle-ci a remplacée, donnait des épidémies plus fréquentes et une mortalité par fièvre puerpérale beaucoup plus élevée (5 à 6 pour 100). M. Oré a donc contribué, par ses efforts persévérants et la mise à exécution de ses études sur l'hygiène des Maternités, à faire prévaloir l'opinion que la dissémination et, au besoin, l'isolement des malades, en même temps que les autres mesures destinées à préserver de la contagion, sont les conditions principales qui protègent contre les fièvres graves la vie des accouchées.

MENTIONS HONORABLES.

II. La Commission accorde les trois mentions honorables avec *quinze cents francs :*

1° A MM. **Cadéac** et **Malet**, tous deux chefs de service à l'École vétérinaire de Toulouse, qui sont arrivés, par de nombreuses et concluantes expériences, à déterminer toutes les conditions d'inoculation de la morve aiguë et chronique, et qui ont publié leurs investigations dans une brochure intitulée : *Recherches expérimentales sur la morve*.

Une première série d'expériences leur a appris que la morve, difficilement inoculable au porc et à certains ruminants (les bovidés), s'inocule beaucoup mieux au cobaye, d'où cette conclusion importante qu'en cas de doute sur l'existence de la morve chez un cheval ou chez un âne, l'inoculation à plusieurs cobayes lève infailliblement tous les doutes.

Dans une autre et très longue série, les auteurs ont étudié la possibilité d'inoculation des liquides et des tissus de l'animal morveux, savoir : du sang, de la salive, de la bile, du mucus intestinal, du mucus vaginal, du sperme, des larmes, de la sueur, du vaccin, avec des déductions pratiques sur le danger ou l'innocuité des rapports de l'animal morveux avec ceux qui ne le sont pas, et l'indication de mesures préventives tout à fait légitimes.

Viennent ensuite des expériences, très concluantes aussi, sur la rapidité plus ou moins grande de l'absorption du virus morveux, sur l'auto-inoculation, sur la transmission héréditaire, que les auteurs déclarent possible par la mère, mais impossible par le père.

Le travail se termine par le récit d'expériences, toujours très bien faites, sur la destruction que font subir au virus et au bacille morveux l'exposition à l'air et l'action de divers agents chimiques.

2° A M. le Dr **Masse**, Professeur à la Faculté de Médecine de Bordeaux, qui, dans une Monographie originale, fait connaître ses recherches cliniques et expérimentales sur l'origine d'une petite maladie mal connue jusqu'ici sous le nom de *tumeur perlée de l'iris*. On avait bien établi déjà que ces tumeurs étaient causées par une blessure de la cornée qui permettait l'entrée et le séjour, dans la chambre antérieure, d'un ou de plusieurs cils. Le mérite de M. Masse est d'avoir fait, sur les lapins et les cobayes, des expériences. Elles l'ont mis à même de suivre, en effet, le développement de la maladie en question autour d'un cil qui, après avoir pénétré dans l'œil et s'être accolé à l'iris, devenait le point de départ du dépôt plastique dont l'accumulation progressive amenait peu à peu la tumeur perlée.

3° A M. le Dr **A. Ollivier**, qui a publié, sous le titre d'*Études d'hygiène publique*, une brochure contenant des faits bien observés sur l'étiologie par contagion de certaines maladies pour lesquelles l'opinion n'était pas définitivement fixée. Il faut citer notamment la contagion de la fièvre typhoïde dans les hôpitaux, contagion dont l'auteur rapporte des exemples peu contestables et contre laquelle il propose des mesures préventives parfaitement justifiées. Il faut mentionner aussi les précautions conseillées par l'auteur contre la propagation, dans les hôpitaux, de la rougeole, de la scarlatine, des oreillons; et des documents nouveaux apportés par l'auteur à la doctrine de la contagion de la tuberculose par le bacille de Koch.

CITATIONS HONORABLES.

III. Enfin la Commission accorde des citations honorables aux auteurs et aux publications qui suivent :

1° A M. le Dr **Riant**, pour ses quatre brochures sur l'hygiène.

2° A M. le Dr **Van Merris**, Sur la scrofule et les bains de mer.

3° A M. **Fr. Glénard**, Sur l'application de la méthode naturelle à l'analyse de la dyspepsie nerveuse.

4° A MM. **Lutaud** et **Douglass Hogg**, Sur les hôpitaux d'isolement en Angleterre.

5° A M. **Martel**, Sur la physiologie de la phonation.

6° A M. **Trasbot**, Sur la congestion de la moelle épinière.

7° A M. **F. Roux**, Traité pratique des maladies des pays chauds (maladies infectieuses).

8° A M. **Van Ermengen**, Recherches sur le microbe du choléra asiatique.

L'Académie adopte successivement les conclusions de ce Rapport.

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. Gosselin, Marey, Bert, Richet, Charcot; Brown-Séquard, rapporteur.)

Bien qu'un grand nombre de Mémoires et de Livres aient été reçus par l'Académie, à l'occasion du prix Bréant, il n'en est pas un qui remplisse les conditions nécessaires pour l'obtention de ce prix. Cependant, parmi ces Ouvrages, il en est trois que la Commission a trouvés dignes d'obtenir une partie de la rente annuelle de la fondation Bréant.

Le premier, qui mérite une part un peu plus grande que les deux autres, est l'œuvre d'un jeune et déjà distingué médecin, le Dr **Duflocq**. Son Livre, intitulé : *Relation de l'épidémie cholérique observée à l'hôpital Saint-Antoine en novembre et en décembre* 1884, contient une histoire excellente des symptômes du choléra, fondée sur des observations cliniques, prises avec le plus grand soin. Mais ce travail est surtout remarquable par l'étude minutieuse des phénomènes consécutifs aux injections intra-veineuses, employées comme mode de traitement du choléra. L'auteur donne le détail des particularités observées chez un grand nombre d'individus soumis aux injections intra-veineuses et rend en cela un véritable service, à la fois à la Science et à la pratique médicales. Jusqu'ici, bien qu'employé très souvent et par un grand nombre de médecins, ce mode de traitement n'avait pas été suffisamment étudié dans ses détails. La Commission a pensé que cette Œuvre mérite une récompense de *deux mille francs*.

L'un des deux autres Ouvrages remarqués par la Commission est de M. **Ad. Guérard**, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. Il a pour titre : *Port de Marseille : Observations faites pendant l'épidémie cholérique de* 1885. C'est un type complet d'étude topographique sur la répartition des cas de choléra dans la ville de Marseille, type pouvant servir de modèle aux médecins pour les études de ce genre. C'est là surtout ce qui conduit la Commission à proposer qu'une récompense de *quinze cents francs* soit donnée à M. **Guérard**.

Le dernier des trois Ouvrages dignes de récompense est de M. le Dr **L.-H. Thoinot**. Il a pour titre : *Histoire de l'épidémie cholérique de* 1884. — *Origine. Marche. Étiologie générale*. Ce travail, qui a été fait presque sous les yeux de l'un des membres de la Commission (M. Marey), l'a été avec le plus grand soin. L'auteur a accumulé consciencieusement les éléments de son travail, en remontant aux documents originaux fournis par plusieurs médecins et en allant souvent lui-même en contrôler l'exactitude. L'œuvre de M. Thoinot n'est pas une statistique pure, mais une discussion motivée des différentes causes invoquées pour expliquer la propagation du choléra. Il rapporte des faits importants à l'appui des idées si solidement établies déjà par notre Confrère M. Marey, et mérite d'être proposé à l'Académie pour une récompense de *quinze cents francs*.

La Commission propose donc d'accorder à M. **Duflocq** une récompense de *deux mille francs*, à M. **Guérard** une récompense de *quinze cents francs* et à M. **Thoinot** aussi une récompense de *quinze cents francs*, sommes qui, réunies, égalent la valeur de la rente annuelle de la fondation Bréant.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. Gosselin, Vulpian, Marey, Larrey; Richet, rapporteur.)

M. **Bazy** a soumis au jugement de l'Académie deux Ouvrages, dont les titres suivent :

Du diagnostic des lésions des reins dans les affections des voies urinaires;

De l'intervention chirurgicale dans les affections des voies urinaires.

Le premier travail de M. Bazy est fort intéressant et rentre bien dans les conditions du prix Godard. C'est un exposé très bien fait de l'état de la Science sur un sujet que la Chirurgie moderne a éclairé d'une vive lumière, à savoir : les lésions des organes sécréteurs de l'urine, c'est-à-dire les reins, consécutives aux affections des conduits vecteurs : les uretères, la vessie et l'urètre. Toutefois, si M. Bazy n'avait pas d'autre travail à mettre en ligne pour le prix Godard, nous n'aurions pas de propositions à vous formuler.

Mais son second Mémoire, sur l'*intervention chirurgicale dans les cas de tumeurs de la vessie*, est un travail de premier ordre. Le premier en France, et alors que l'on n'avait que des données fort confuses sur quelques ten-

tatives faites à l'étranger, M. Bazy, en septembre 1883, conçut et exécuta avec succès une opération d'extirpation d'une tumeur fongoïde saignante de la vessie qu'il avait reconnue à l'aide de signes spéciaux et dont il avait précisé la nature et le siège. C'est par l'incision de la taille hypogastrique que M. Bazy aborda les parois vésicales, soulevées et rendues plus facilement accessibles par l'introduction du ballon rectal de Petersen.

L'incision de la paroi vésicale antérieure permit alors l'introduction du doigt indicateur dans la cavité vésicale, et l'on reconnut l'existence et l'implantation de la tumeur ainsi qu'on l'avait diagnostiqué.

L'ablation, puis le raclage du point d'implantation terminèrent l'opération; la vessie fut maintenue ouverte pour le libre écoulement de l'urine.

Le résultat fut des plus heureux.

M. Bazy fait suivre cette remarquable observation d'un exposé bien présenté de l'état de la Science sur ce sujet. Depuis la publication de son Mémoire, il a eu des imitateurs et maintenant la Science, on peut le dire, est fixée sur la valeur de cette opération.

Aussi, Messieurs, nous vous proposons de décerner à M. le Dr **Bazy** le prix Godard.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX LALLEMAND.

(Commissaires : MM. Vulpian, Gosselin, Larrey, Richet; Charcot, rapporteur.)

M. **W. Vignal**, répétiteur au laboratoire d'Histologie du Collège de France, a soumis au jugement de l'Académie, pour le concours du prix Lallemand, quatre Mémoires accompagnés de planches sur le développement des éléments du système nerveux périphérique et central, études à peine ébauchées par quelques rares travaux antérieurs.

Dans le premier de ces Mémoires, il étudie, non, comme ses devanciers l'avaient fait, dans l'expansion membraneuse de la queue des larves de batraciens, mais chez des embryons humains et de mammifères, le développement des tubes nerveux périphériques; nous noterons qu'il constate que les fibrilles, qui, plus tard, deviendront les cylindres d'axe des tubes nerveux et qui, au début, forment seules les nerfs, viennent toutes des centres; que seules les cellules conjonctives enveloppant le cylindre d'axe

et qui, en se chargeant de myéline, formeront les segments interannulaires de Ranvier, ont une origine périphérique. La découverte qu'il fait des segments intercalaires et de leur mode de formation permet d'expliquer comment les grands nerfs peuvent conserver, pendant toute la croissance, leurs rapports avec les organes dans toutes les régions des membres, de la naissance à l'âge adulte, quoique les segments interannulaires ne croissent que dans la proportion de 1 à 3 dans le même laps de temps.

Poursuivant ses études, cet auteur aborde l'histogénèse des éléments de la moelle épinière. Laissant de côté les transformations du repli de l'ectoderme, qui la forme, il étudie la structure de cet axe, il décrit les transformations de ses éléments depuis le moment où il est formé jusqu'à la naissance, c'est-à-dire qu'il suit pas à pas, semaine par semaine au début, puis mois par mois, l'évolution des cellules de la substance grise embryonnaire et leur transformation en cellules nerveuses et en cellules de la névroglie. Les recherches de M. Vignal tendent à confirmer les vues de M. Ranvier sur la névroglie et à faire rentrer cette substance, avec les cellules de soutènement de la rétine et celles de l'organe de l'émail, dans une forme particulière de tissu ectodermique.

Le dernier Mémoire de M. Vignal roule sur l'histogénèse des éléments de la substance grise corticale du cerveau. Après avoir décrit le dédoublement de la couche épithéliale primitive, il étudie spécialement le développement de la couche externe, qui est devenue la substance grise embryonnaire; il suit la transformation d'une partie de ses cellules en cellules nerveuses, des autres en cellules de la névroglie; enfin il constate, dans le cerveau comme dans la moelle, que la substance blanche n'apparaît que comme une émanation de la substance grise, jamais comme une formation indépendante, ainsi que Boll, puis Eichhorst l'avaient prétendu.

Fidèle aux principes de l'école à laquelle il appartient, cet auteur, pour chacun des faits qu'il avance, indique scrupuleusement la méthode qu'il a employée, afin d'en permettre le contrôle.

On voit par ce qui précède que M. Vignal a, dans la question dont il s'occupe, élucidé nombre de faits jusque-là restés obscurs, et qu'il a, dans ce domaine, enrichi la Science de faits nouveaux, de véritables découvertes.

Nous proposons en conséquence d'attribuer à M. Vignal le prix Lallemand.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON (PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE).

(Commissaires : MM. Vulpian, Gosselin, Charcot, A. Milne-Edwards; Marey, rapporteur.)

Nous devons à Cl. Bernard de connaître le mécanisme de l'empoisonnement par l'oxyde de carbone. Notre illustre et regretté Confrère a montré comment ce gaz se fixe sur les globules du sang, en se substituant volume pour volume à l'oxygène qu'il déplace; il a fait voir que les animaux partiellement empoisonnés par l'oxyde de carbone l'éliminent peu à peu : en effet, l'examen spectroscopique de leur sang le montre de moins en moins chargé de ce gaz.

Un élève de Cl. Bernard, M. Gréhant, a entrepris de continuer ces études et de rechercher les phases de l'élimination de l'oxyde de carbone après un empoisonnement partiel, les conditions qui ralentissent ou favorisent cette élimination, enfin de déterminer sous quelle forme et par quelles voies ce gaz est rejeté par l'organisme.

Les recherches de M. Gréhant sont empreintes d'une grande précision; elles sont basées sur des analyses quantitatives des gaz du sang ou des produits de la respiration. La méthode qui a servi à la recherche de l'oxyde de carbone dans l'air respiré est propre à l'auteur et a été maintes fois soumise à des vérifications expérimentales.

En ce qui concerne l'élimination de l'oxyde de carbone, M. Gréhant a vu qu'elle est à peu près proportionnelle au temps, de sorte que des échantillons de sang recueillis à des intervalles de temps égaux redeviennent capables d'absorber des quantités d'oxygène de plus en plus grandes. La présence dans l'air respiré de proportions variables d'oxyde de carbone ralentit, suivant les lois physiques, l'élimination de ce gaz par le poumon.

D'après M. Gréhant, l'oxyde de carbone s'élimine en nature, et ne subit pas, comme certains auteurs ont cru le démontrer, une oxydation qui le transformerait en acide carbonique. Les résultats opposés que l'on croit avoir observés tiennent à l'imperfection des méthodes d'analyse des gaz expirés par les animaux en expérience.

D'autre part, M. Gréhant a recherché la propriété nocive des différents combustibles et des différents appareils de chauffage, au point de vue des proportions d'oxyde de carbone qu'ils répandent dans l'air.

Ces études, longuement et habilement continuées et d'autres travaux encore, relatifs à la Chimie biologique, ont paru à votre Commission mériter à M. **Gréhant** le prix de Physiologie expérimentale.

Nous avons également pensé qu'une mention honorable devait être accordée à M. **Assaky** pour ses expériences relatives à la suture des nerfs à distance.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GAY.

(Commissaires : MM. Perrier, Daubrée, Grandidier, Cornu ; Bouquet de la Grye, rapporteur.)

L'Académie des Sciences avait proposé, comme sujet du prix Gay à décerner en 1886, la question suivante :

« *Recherches sur les déformations du niveau de la surface des mers dans le* » *voisinage des continents par l'effet des actions locales dues au relief du sol :* » *choisir des exemples qui mettent le phénomène bien en évidence.* »

L'étude de la déformation de la surface de la mer avait paru, à la Commission chargée du choix du sujet, présenter un grand intérêt, parce que l'on s'occupe actuellement, dans tous les pays, de la réfection des nivellements et que l'on recherche quels sont les points de notre côte océanique ou méditerranéenne qui peuvent offrir le plus de stabilité relative au milieu des modifications que subit la croûte terrestre.

On sait déjà que la surface de la mer, quoiqu'elle paraisse présenter le type parfait de l'ellipsoïde de révolution, offre, en divers points, des dépressions ou des surélévations provenant, soit d'effets dynamiques, soit des

variations de la densité de ses eaux. L'équilibre des molécules de sa surface est constamment troublé par des actions extérieures limitées par l'effet de la viscosité du liquide et par la pesanteur ; mais cette dernière action n'est point toujours dirigée vers le centre de la Terre.

Lorsque le littoral est bordé par une chaîne de montagnes, ce massif exerce une attraction locale qui provoque une déviation de la verticale et, par suite, tend à modifier la surface de la mer, sans qu'il soit possible d'évaluer la grandeur de cet effet par un nivellement géométrique.

Cette surélévation du plan des eaux est pourtant utile à connaître, et sa grandeur nous importe ; car, s'il y a un affaissement dans la hauteur de la montagne provenant d'une cause géologique, ou même d'une érosion lente, la valeur de l'attraction diminue, et son premier effet sera d'altérer l'élévation de la mer par rapport à des repères qui seraient restés à la même hauteur au-dessus de l'ellipsoïde de révolution.

Il était donc nécessaire d'avoir une évaluation de cette déformation du plan des eaux dans le bassin méditerranéen, qui a fourni le zéro de notre nivellement général, et c'est cette détermination qu'a poursuivie M. **Ph. Hatt**, ingénieur hydrographe de la Marine, dans le Mémoire qu'il a présenté au concours du prix Gay et que la Commission juge digne d'être récompensé.

M. Hatt, suivant la voie ouverte par Bouguer et Maskelyne, a voulu non seulement déterminer la déviation produite par le grand massif des Alpes sur quelques points de notre littoral, mais aussi préparer des éléments pour des déterminations du même ordre, au fur et à mesure que l'on aurait autour de ce massif des positions astronomiques plus nombreuses.

Il a pour cela divisé tout d'abord la France méridionale, la Suisse et le nord de l'Italie en prismes à bases carrées de même surface, en rapportant leurs angles sur des Cartes à grande échelle au moyen des latitudes et longitudes calculées. Puis il a déterminé la hauteur de petits prismes ayant 2^{km} de côté pour arriver à la hauteur moyenne de prismes ayant un côté décuple. Ce sont ces derniers éléments qui ont formé le canevas de son travail, et pour chacun d'eux il a calculé la déviation produite par son attraction propre, en la projetant sur deux axes passant en premier lieu par un point central voisin de Nice.

L'opération a été pratiquée sur neuf cents carrés, puis étendue jusqu'à la limite de l'action perturbatrice.

Nice se trouvant proche de grandes profondeurs de la mer, on avait, d'un

côté, des nombres négatifs pour la valeur de l'attraction ; la mer repousse, en effet, relativement le fil à plomb, et le multiplicateur est le rapport de la densité de l'eau à celle que l'on a prise pour la terre.

M. Hatt a tout d'abord adopté le chiffre entier de 3 pour densité des roches cristallines des Alpes ; toutefois, comme ce chiffre, dépassé pourtant par quelques auteurs, lui semblait exagéré, à la fin de son Mémoire il donne les résultats obtenus en prenant 2 comme densité, ce qui permet d'arriver, par interpolation, au résultat afférent au nombre adopté par les géologues, qui paraît voisin de 2,7.

Le chiffre de la déviation obtenu en partant de la densité la plus forte est de 53″ dans la direction du méridien.

En répétant l'ensemble des calculs pour cinq autres points situés en mer, entre Nice et la Corse, M. Hatt a trouvé une zone dans laquelle la déviation est nulle, ce qui lui permet de déterminer, par une quadrature, la surélévation successive de la mer, entre ce dernier point et Nice.

Notre littoral, par le seul fait de l'attraction des Alpes, serait couvert d'une couche d'eau de $14^{m},50$ d'épaisseur.

Ces chiffres avaient besoin d'être contrôlés par des observations indirectes ; il suffisait, pour cela, de prendre la différence entre la latitude astronomique et celle géodésique obtenue en partant de Paris, point que l'on suppose n'être point influencé par une attraction locale. Le contrôle a fourni 20″ au lieu de 53″, d'où l'auteur conclut que le chiffre 3, adopté pour la densité, est trop fort, et comme, en prenant la valeur donnée par les géologues, 2,7, on arrive à 48″, chiffre encore inacceptable, il faut admettre forcément une augmentation de la densité des terrains couverts par les mers et probablement aussi des diminutions parallèles dans le poids moyen des montagnes.

On sait que la première hypothèse a été mise en avant par M. Faye ; la deuxième paraît adoptée à l'étranger pour expliquer des anomalies du même ordre.

M. Hatt a répété ensuite les mêmes déterminations pour l'horizon de Marseille et il a trouvé, en adoptant la densité 2,7, une déviation de 31″ dans la direction du méridien, et aucune déviation est-ouest.

L'observation directe a fourni 5″ de différence entre les résultats géodésiques et astronomiques, pour la latitude et aussi pour la longitude.

La même conclusion s'impose donc encore ici en ce qui concerne l'effet total.

En résumé, l'effet produit sur la direction de la verticale et sur la hau-

teur de la Méditerranée par l'attraction du massif des Alpes est moindre que celui donné par la théorie, en adoptant la densité de cette chaîne de montagnes donnée comme la plus probable par les géologues.

Le chiffre de cet exhaussement du plan d'eau est assez faible, pour que les abaissements du relief causés par des érosions n'aient point de résultat sensible sur la hauteur de ce plan d'eau, d'où la conséquence que l'on peut sans inconvénient prendre le zéro du nivellement à Marseille.

M. **Ph. Hatt**, en fournissant le moyen d'élucider cette question, a donné, d'autre part, des Tableaux qui pourront servir à résoudre des questions analogues sur d'autres points où l'on a à la fois des déterminations astronomiques et géodésiques.

Le Mémoire de ce savant ingénieur hydrographe a paru à la Commission répondre à la question qui avait été posée pour le concours du prix Gay, et, en lui attribuant ce prix, elle espère que l'auteur voudra bien publier, avec ses résultats, les éléments qui lui ont servi de base.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

(Commissaires : MM. Boussingault, Vulpian, Schlœsing;
Peligot et Fremy, rapporteurs.)

Rapport de M. **Peligot** *sur les travaux de MM.* Appert.

Deux procédés mettent à profit la merveilleuse plasticité du verre en fusion :

Le *laminage*, qui fournit les glaces;

Le *soufflage*, qui s'applique aux objets les plus variés de forme et d'usage : le verre à vitre, les bouteilles, la gobeleterie, etc.

La canne du verrier, dont l'emploi remonte à une haute antiquité, est

une sorte de tube en fer creux dans lequel l'ouvrier insuffle l'air nécessaire à l'expansion de la masse vitreuse. Ce travail exige un effort plus ou moins considérable, en raison de la forme, de la dimension des pièces et aussi de la fusibilité du verre. Pour les grandes pièces, le soufflage est une opération très pénible, qui ne peut être faite que par des ouvriers d'élite, doués d'une grande force musculaire et de solides poumons.

Au mois de juin 1883, notre illustre et regretté Secrétaire perpétuel, M. Dumas, présentait avec éloges à l'Académie un travail de MM. **Appert**, maîtres de verrerie à Clichy, *sur le soufflage mécanique du verre*. A cette époque, les procédés de MM. Appert n'étant pas encore sortis de la période d'essai, la Commission des Arts insalubres, à laquelle le Mémoire avait été renvoyé, en ajourna l'examen; conformément à sa jurisprudence habituelle, elle n'accepte que les travaux sanctionnés par une assez longue pratique. Aujourd'hui, elle est en mesure d'en apprécier le mérite, ces procédés de soufflage mécanique étant employés dans un certain nombre d'établissements français et étrangers.

Le problème à résoudre n'était pas nouveau : à diverses reprises, on a cherché à remplacer le souffle de l'ouvrier par des appareils mécaniques. Des essais dans cette direction avaient été tentés en 1834 par un habile verrier, M. Bontemps, pour produire, au moyen d'une sorte de soufflet de forge, des cylindres de grande dimension; ces essais n'ont donné aucun résultat satisfaisant. Le procédé habituellement employé pour fabriquer ces pièces consiste à y insuffler un mélange d'eau et d'alcool qui, en contact avec la partie chaude de la canne, se met en vapeur; celle-ci produit la pression nécessaire à la confection de pièces très volumineuses.

Il n'est pas hors de propos de rappeler que la compression mécanique de l'air est mise à profit dans la pompe mobile inventée par Robinet, ouvrier souffleur de Baccarat. Cet homme, devenu vieux et malade, remplaça par un outil d'une construction très simple les poumons qui lui faisaient défaut. La pompe de Robinet est depuis longtemps utilisée dans toutes les verreries. En 1832, l'Académie des Sciences a décerné à cet inventeur un prix de huit mille francs.

Le soufflage mécanique du verre, étudié dans tous ses détails par MM. Appert, ingénieurs, supprime presque complètement le soufflage à la bouche; il permet à l'ouvrier d'exécuter les travaux les plus pénibles, sans autre préoccupation que celle du poids de la matière vitreuse qu'il met en œuvre; il le garantit des affections spéciales qui résultent du soufflage par

la bouche, telles que les maladies des lèvres et des joues et aussi des prédispositions à l'emphysème et à la hernie. Comme l'habileté manuelle des souffleurs ne s'acquiert que par une longue pratique, les jeunes gens, pris à l'âge de leur développement, sont particulièrement exposés à ces affections spéciales, aggravées par la température élevée et la mauvaise ventilation des ateliers. On sait que la durée moyenne de la vie des ouvriers souffleurs n'est pas longue.

Ces considérations, importantes au point de vue de l'hygiène, ont conduit la Commission des Arts insalubres à accorder le prix à MM. Appert.

Au point de vue technique, le problème qu'ils ont résolu présentait de nombreuses difficultés : l'ouvrier, ayant à l'extrémité de sa canne la quantité de verre nécessaire à la confection d'une pièce, doit pouvoir manier cette canne dans tous les sens : il lui donne une position tantôt horizontale, tantôt verticale; il la roule sur les bardelles de son banc de travail; il faut qu'il puisse distribuer l'air, quelle que soit la position qu'il lui donne, tout en respectant les habitudes de travail du maître ouvrier.

Quelques mots suffiront pour faire connaître les dispositions adoptées par MM. Appert pour la production et la distribution de l'air comprimé.

La compression est faite par le moteur de l'usine dans deux cylindres métalliques à parois résistantes; de là l'air est dirigé dans des réservoirs en tôle d'acier, avec soupape de sûreté et avertisseur de pression. Des tuyaux de plomb, placés à la partie supérieure des ateliers, permettent d'utiliser directement cet air, fortement comprimé, pour le travail des grandes pièces; pour les autres, il se rend dans des cylindres détendeurs dont la pression est réglée en raison du genre de travail.

Les places de l'atelier sont alimentées par une canalisation en tuyaux de fonte, installée sous le plancher de la halle. Un régulateur automatique permet de distribuer l'air sous une pression constante, déterminée par le genre de fabrication. La canalisation porte des prises d'air avec des robinets que l'ouvrier manœuvre avec des pédales placées au niveau du sol.

Pour la confection d'une pièce, l'ouvrier engage sa canne dans une *buse de soufflage* avec laquelle elle fait corps; au moyen d'un robinet à fermeture automatique, il produit la détente nécessaire à son travail.

Bien que les procédés inventés par MM. Appert soient pratiqués dans leur usine depuis plusieurs années, la résistance peu réfléchie des ouvriers à toute innovation et aussi la routine de certains industriels n'ont pas permis de les généraliser aussi rapidement qu'on aurait pu le supposer; néanmoins les avantages qu'ils présentent sous le rapport des conditions hygié-

niques du travail du verre et leur adoption dans plusieurs grandes verreries ont conduit la Commission à décerner à MM. **Appert** frères le prix des Arts insalubres de la fondation Montyon, de la valeur de *deux mille cinq cents francs*.

Rapport de M. **Fremy** *sur les travaux de M.* Kolb.

La grande industrie chimique qui produit l'acide sulfurique, l'acide chlorhydrique, l'acide nitrique, la soude, le chlorure de chaux, le chlorate de potasse, etc., soulève des questions qui intéressent l'hygiène et la salubrité.

Les Directeurs des usines de produits chimiques ont à préserver leurs ouvriers et leur voisinage des émanations, souvent dangereuses, résultant des opérations qu'ils exécutent.

La Commission des Arts insalubres avait donc à examiner les perfectionnements qui, au point de vue de la salubrité, ont été introduits dans la fabrication des produits chimiques.

Elle savait bien que les beaux travaux de MM. Schlœsing et Rolland, sur la préparation de la soude à l'ammoniaque, avaient déjà assaini nos soudières; mais la fabrication de la soude n'est pas la seule opération dont les émanations sont à redouter dans les fabrications chimiques.

Parmi les industriels qui ont introduit les plus grands perfectionnements dans leurs usines, au point de vue de la salubrité, la Commission signale surtout M. **Kolb**, qui dirige, depuis un grand nombre d'années, les manufactures de produits chimiques du Nord, fondées par Kuhlmann.

M. Kolb n'est pas seulement un habile fabricant, il est aussi un chimiste distingué; c'est en réunissant ces deux mérites qu'il a pu améliorer et assainir ses opérations.

S'occupant d'abord de l'industrie linière, qui est si importante dans nos départements du Nord, il a introduit des perfectionnements dans le rouissage, le dégommage et le blanchiment du lin, en faisant disparaître plusieurs inconvénients que ces opérations présentaient.

Appliquant ses études chimiques au traitement du lin, il a démontré que l'emploi intelligent de la soude caustique pouvait rendre les opérations moins insalubres et plus rapides.

Le blanchiment des tissus et leur lessivage exposaient souvent les ouvriers à l'action redoutable du chlore.

Les antichlores employés jusqu'alors étaient insuffisants. M. Kolb a reconnu, le premier, que le plus énergique et le moins inoffensif des antichlores était l'ammoniaque réagissant dans des conditions qu'il a fait connaître.

Depuis le travail de M. Kolb, cet antichlore s'est répandu dans presque tous les ateliers de blanchiment et rend de grands services.

De toutes les opérations qui s'exécutent dans les fabriques de produits chimiques, la condensation de l'acide chlorhydrique qui se forme dans les soudières par la réaction de l'acide sulfurique sur le sel est une des plus difficiles.

Les vapeurs d'acide chlorhydrique non condensé agissent sur la santé des ouvriers et occasionnent des dommages réels aux agriculteurs voisins des usines.

M. Kolb est arrivé à une condensation aussi complète que possible, en construisant une colonne dans laquelle il fait arriver de l'eau à l'état pulvérisé. Dans ces conditions, l'acide chlorhydrique est presque complètement absorbé.

L'emploi de ce nouvel appareil a fait disparaître toutes les plaintes que l'on adressait autrefois aux soudières du Nord.

Dans la production de la soude par le procédé de Leblanc, le résidu insoluble du lessivage de la soude brute, connu sous le nom de *marc de soude*, constitue un des plus grands embarras de cette fabrication.

Le sulfure de calcium, qui forme le marc de soude, immobilise d'abord tout le soufre du sulfate; il occupe des terrains considérables; il dégage, sous des influences diverses, de l'acide sulfhydrique qui occasionne souvent de graves accidents.

En outre, ce sulfure, en s'oxydant à l'air, se transforme en bisulfure soluble et donne ces *liqueurs jaunes* qui, en arrivant dans les rivières, rendent leur eau insalubre.

M. Kolb n'a pas seulement assaini les opérations qui se rapportent à la régénération du soufre contenu dans les marcs de soude, mais il a employé ces résidus pour combattre, en partie, l'insalubrité que présente souvent la fabrication du chlorure de chaux.

Tout le monde sait que, au moment du déchargement des chambres dans lesquelles se produit le chlorure, les ouvriers sont exposés à des crachements de sang et à des suffocations produites par le chlore qui reste en excès dans les chambres.

M. Kolb a trouvé d'abord le moyen de soulager immédiatement les ouvriers, en employant la vapeur d'éther. Mais, pour rendre le déchargement des chambres à chlore moins dangereux, il a fait placer à la tête des chambres un ventilateur qui fait passer l'air chargé de chlore sur du marc de soude qui absorbe rapidement tout élément chloré, avant l'entrée des ouvriers dans les chambres.

Le marc de soude a été également employé avec avantage pour absorber les vapeurs nitreuses dans la fabrication d'acide sulfurique.

En visitant les usines de M. Kolb, nous avons constaté toute l'efficacité des procédés que cet habile industriel a employés pour améliorer ses fabrications, au point de vue de la salubrité.

La Commission des Arts insalubres a pensé qu'elle ne devait pas laisser de pareils efforts sans récompense et elle n'a pas hésité à décerner à M. **Kolb** un prix Montyon de *deux mille cinq cents francs*.

Les conclusions de ces Rapports sont successivement adoptées.

PRIX TRÉMONT.

(Commissaires : MM. Jurien de la Gravière, Fremy, Lévy, Pasteur; Phillips, rapporteur.)

La Commission du prix Trémont, pour 1886, a décerné ce prix à M. **Moureaux**, météorologiste-adjoint au Bureau Central chargé du service magnétique à l'observatoire du Parc Saint-Maur, pour son travail sur la distribution des éléments magnétiques en France.

Lamont est le premier qui ait fait des observations magnétiques en France d'après un plan d'ensemble; ses mesures, qui remontent à 1856 et 1857, lui ont permis de tracer des Cartes de la déclinaison, de la composante horizontale et de l'inclinaison. En 1868 et 1869, les PP. Perry et Sidgreayes déterminèrent également les valeurs des éléments magnétiques en France. MM. Marié-Davy et Descroix ont exécuté en 1875 et 1876 un certain nombre de mesures. Enfin M. de Bernardières a effectué des observations magnétiques le long des côtes de la Méditerranée et de l'Océan.

Le travail de M. Moureaux est de beaucoup le plus complet qui ait encore paru sur cette question. De plus, pour que les observations puissent être ramenées convenablement à une date unique, il est nécessaire de pouvoir les

comparer individuellement aux courbes de variations d'un magnétographe, et aucun appareil de ce genre ne fonctionnait en France avant l'époque à laquelle M. Moureaux a entrepris son travail. Chargé de l'inspection des stations météorologiques de la France, celui-ci accepta avec empressement la proposition que lui fit M. Mascart d'emporter dans ses tournées des appareils pour la détermination des éléments magnétiques. Ces observations, qui viennent d'être publiées, ont eu lieu principalement en 1884 et 1885, pendant la belle saison. On y a joint celles qui ont été faites, en 1882, dans la région des Pyrénées par M. Moureaux avec le concours du Directeur du Bureau Central météorologique. Elles se rapportent à quatre-vingts stations disséminées dans les diverses régions de la France. A cette occasion, M. Mascart fit construire par MM. Brunner deux petits appareils de voyage d'une grande précision, savoir : un théodolite-boussole destiné à donner à volonté la déclinaison et la composante horizontale, et une boussole d'inclinaison. Ces appareils sont munis de cercles de $0^{m},08$ seulement de diamètre et leur poids total, y compris les boîtes d'emballage, ne dépasse pas 6^{km}.

La réduction des dimensions et du poids des appareils réalise des avantages pratiques très importants. L'observateur n'est pas nécessairement dans l'obligation de se faire accompagner pour le transport de ses appareils sur le terrain; il s'éloigne à son gré des villes, des usines, etc., et choisit, sans trop de peine, l'emplacement qui lui paraît le plus convenable; il conserve toujours auprès de lui ses appareils pendant le voyage et ne confie à personne le soin de les porter. La durée totale des observations est notablement réduite; il en résulte que la série complète des mesures peut être effectuée et même répétée dans une seule séance et que la comparaison avec les courbes du magnétographe comporte une plus grande précision. Un observateur habile peut, avec ces petits appareils, mesurer la déclinaison en quinze minutes, et chacun des deux autres éléments en trente minutes.

Le travail de M. Moureaux comprend 167 mesures de la déclinaison, 137 mesures de la composante horizontale et 85 mesures de l'inclinaison. Les déterminations du méridien géographique comportent plus de 500 observations du Soleil qui ont été calculées et réduites séparément.

Toutes les observations en campagne ont été comparées aux indications correspondantes relevées aux courbes du magnétographe du Parc Saint-Maur, qui fonctionne régulièrement et dont les constantes sont fréquemment vérifiées. Cette comparaison rigoureuse a permis de ramener toutes

les observations à la date unique du 1er janvier 1885, avec une grande exactitude. L'auteur en a conclu 4 Cartes magnétiques qui représentent, à cette date :

1° Les courbes d'égale déclinaison;
2° Les courbes d'égale inclinaison;
3° Les courbes d'égale composante horizontale;
4° Les méridiens magnétiques.

Ces Cartes montrent toute l'importance des résultats obtenus; elles présentent plusieurs particularités intéressantes. Les observations actuelles ne confirment pas la régularité d'allure que l'on remarque sur toutes les courbes magnétiques antérieures, dressées d'après des observations en nombre insuffisant. Ainsi, indépendamment de la région volcanique du centre de la France dont l'action sur l'aiguille aimantée est bien connue, la Carte actuelle de la déclinaison montre que, dans la région du nord-ouest, les lignes d'égale déclinaison sont rejetées vers la pointe de Bretagne; la déclinaison y est notablement moindre qu'on ne le supposait. Ailleurs, certains nombres obtenus ne concordent pas rigoureusement avec le tracé des courbes; mais là, les mesures ne sont pas assez nombreuses pour que l'on puisse se former une opinion sur la cause d'écarts qui sont de l'ordre des erreurs d'observation. Les Cartes relatives à la composante horizontale et à l'inclinaison présentent également une particularité. Sur la Manche, les lignes isoclines et les lignes isodynamiques n'ont pas la même courbure que dans l'intérieur.

Il ressort de ce travail que la distribution du magnétisme à la surface de la France n'offre pas la régularité qu'on lui a attribuée jusqu'ici. Pour connaître exactement cette distribution, il conviendrait d'entrer plus avant encore dans le détail du phénomène; en étudiant chaque région en particulier, d'après un plus grand nombre d'observations, on constaterait sans doute d'autres faits intéressants.

En résumé, le travail de M. **Moureaux**, qui a été poursuivi avec le plus grand zèle, témoigne d'une rare habileté dans ce genre d'observations. Les Cartes qui en résultent sont un document important pour l'histoire du magnétisme en France.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX GEGNER.

(Commissaires : MM. Jurien de la Gravière, Fremy, Boussingault, Hermite; Bertrand, rapporteur.)

La Commission propose à l'Académie de décerner le prix Gegner de l'année 1886 à M. **Valson**.

Cette proposition est adoptée.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

(Commissaires : MM. Jurien de la Gravière, de Lesseps, de Quatrefages, Blanchard; Fouqué, rapporteur.)

Pendant l'année 1882-83, une Mission française a séjourné au cap Horn. A côté des études importantes de Physique terrestre dont elle était principalement chargée, elle a effectué des recherches étendues d'Histoire naturelle. La direction des observations relatives à cette science avait été attribuée à M. **Hyades**, médecin de la Marine, que nous proposons de récompenser en lui attribuant le prix Delalande-Guérineau. Ses investigations ont porté sur toutes les branches de l'Histoire naturelle.

En Géologie, nous lui devons un examen détaillé de la constitution du sol de la région. Ce pays, jadis rapidement parcouru par Darwin, n'était guère connu que par les renseignements très incomplets fournis par l'illustre naturaliste. L'aspect général seul en avait été décrit; M. Hyades et son collaborateur M. Hahn, médecin à bord de la *Romanche*, ont visité les principales îles de l'archipel fuégien et ont rapporté une nombreuse collection des roches qui s'y rencontrent. Ces matériaux sont depuis deux ans l'objet d'une étude attentive de la part de M. Hyades; il en a étudié la constitution, déterminé la nature. Il a montré que les roches éruptives, très abondantes à la Terre de Feu, présentent un cachet spécial aussi bien que les roches sédimentaires dont elles sont accompagnées. La fréquence de l'amphibole leur donne, en effet, un faciès que l'on retrouve rarement dans les régions à roches cristallines. Les résultats de ces recherches sont consignés dans un volume orné de planches minéralogiques et de vues photo-

graphiques, qui, certainement, sera l'un des plus intéressants de la publication faite par la Mission du cap Horn.

La végétation du pays a fourni à M. Hyades le sujet d'observations nombreuses et bien dignes d'attirer l'attention. Sur ce sol froid et humide, balayé de tous côtés par les vents, la flore est pauvre en espèces, mais remarquable par l'ensemble des plantes qui en font partie. Quelques arbres ou arbrisseaux rabougris s'élèvent seuls au milieu de marécages tourbeux couverts de Mousses, de Fougères, de Graminées, de Cypéracées dont les espèces ont été recueillies et sont actuellement l'objet d'un classement méthodique. Il en a été de même pour les Algues, dont il a été fait une récolte aussi ample que variée.

Les recherches zoologiques ont été également très développées. Non seulement les naturalistes de l'expédition ont recueilli des spécimens nombreux de toutes les espèces animales qu'ils ont rencontrées, mais ils en ont étudié avec soin l'habitat et le genre de vie. Si l'on excepte les Reptiles et les Batraciens, qui font défaut à la pointe méridionale du continent américain, tous les grands groupes de la série animale sont représentés dans la Collection zoologique rapportée par M. Hyades et par ses collaborateurs MM. Hahn et Sauvinet.

Enfin, on doit à ces observateurs de nombreuses études d'Anthropologie, dont l'ensemble permet de se rendre exactement compte de tout ce qui est relatif à la constitution physique de la population fuégienne, à son genre de vie, ses habitudes, sa langue, ses dispositions affectives.

Tel est l'ensemble des travaux que l'Académie récompensera en accordant à M. **Hyades** le prix de la fondation Delalande-Guérineau.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX JEAN REYNAUD.

(Commissaires : MM. J. Bertrand, de Quatrefages, Fremy; Vulpian, rapporteur.)

On n'a pas oublié l'émotion produite dans l'Académie et, bientôt après, dans le monde entier, par la Communication que nous fit M. **Pasteur**, le 26 octobre 1885. Il nous annonçait qu'il se croyait en possession d'une méthode propre à prévenir la rage chez l'homme mordu par un animal enragé, et il nous faisait connaître le résultat heureux du premier essai de cette méthode.

Était-ce à une rencontre fortuite que M. Pasteur devait cette grande découverte? Vous savez qu'il n'en est rien. C'est par une suite admirable de recherches préméditées que notre Confrère a été conduit à trouver le traitement prophylactique de la rage après morsure. A chaque pas important qu'il venait de faire, depuis le début de ses investigations sur la rage, il nous informait du point où il était parvenu, de telle sorte que les diverses Communications dont il nous a donné lecture depuis le 24 janvier 1881 nous permettent de suivre le développement de ses idées et la marche de ses travaux.

Il cherche d'abord un moyen de pouvoir provoquer à coup sûr la rage chez les animaux qu'il se propose de soumettre à ses expériences. L'inoculation de la salive des chiens enragés ne produit pas toujours la rage; elle peut être inoffensive ou bien elle peut déterminer des accidents graves, mortels même, étrangers à l'intoxication rabique. La salive est donc un mauvais agent d'expérimentation. M. Pasteur, en quête d'une matière virulente d'action constante, reconnaît que le virus rabique a son siège d'élection dans les centres nerveux, particulièrement dans le bulbe rachidien et la moelle épinière, chez tous les animaux mordus ou inoculés. C'est là qu'il est le plus abondant, le plus pur, le plus énergique par suite. En broyant une petite partie de la moelle épinière ou du bulbe rachidien dans de l'eau distillée ou dans du bouillon stérilisé, on obtient un liquide qui, par inoculation, produit toujours la rage.

Bientôt après, M. Pasteur constate que la période d'incubation de la rage est notablement raccourcie lorsque l'inoculation du virus rabique, au lieu d'être pratiquée dans le tissu cellulaire sous-cutané, est faite, après trépanation, sous la dure-mère cranienne. Non seulement l'incubation est plus courte quand on emploie ce procédé d'inoculation; mais sa durée, au lieu d'être variable comme dans les cas d'inoculation hypodermique, est alors constante; de telle sorte que, si l'on s'est servi du virus pris dans les centres nerveux d'un animal mort de la rage, l'on sait d'avance le jour où devront se manifester les premiers symptômes de la maladie.

Dans de telles conditions, M. Pasteur peut reconnaître, avec certitude, si un virus a perdu toute action, si son intensité toxique est affaiblie ou si, au contraire, elle est devenue plus forte que dans des circonstances ordinaires. Il cherche alors les moyens d'atténuer l'énergie du virus rabique, afin d'essayer s'il ne pourra pas, en l'inoculant ensuite, rendre les animaux réfractaires à la rage et produire ainsi une sorte de vaccin pour la rage comme il l'a fait déjà pour le charbon, le choléra des poules, le rouget des porcs.

Après bien des essais, il réussit à obtenir un virus atténué en le faisant passer du chien au singe. Ce virus, inoculé à des chiens, au-dessous de la dure-mère cranienne, ne les fait pas périr, et ces animaux deviennent réfractaires à la rage. M. Pasteur, en même temps qu'il obtenait une atténuation graduée du virus rabique, réussissait, en sens inverse, par des passages successifs du virus de lapins à lapins, à exalter tellement son énergie que l'incubation, qui dure une quinzaine de jours chez ces animaux pour l'inoculation du virus ordinaire, avait pu être réduite à sept jours. Eh bien, ce virus si violent pouvait être inoculé sous la dure-mère des chiens rendus réfractaires, sans produire les moindres accidents rabiques.

Un tel résultat, lorsqu'il nous fut annoncé, eut, on le conçoit bien, un immense retentissement. M. Pasteur ne se tint pas cependant pour satisfait. Quelques échecs montraient que ce moyen de préservation n'avait pas encore toute la certitude à laquelle il aspirait. Il lui fallait absolument une méthode infaillible, et sa ténacité eut la récompense qu'elle méritait si bien. Il découvrit que l'on pouvait détruire progressivement le virus contenu dans la moelle d'un lapin mort de la rage, en faisant dessécher cette moelle, à l'air libre, dans un flacon stérilisé. A mesure que la moelle se dessèche, sa virulence s'affaiblit et, après douze jours de dessiccation, elle peut être impunément inoculée soit à d'autres lapins, soit à des chiens. La vraie méthode était enfin trouvée! M. Pasteur inocula une série de cinquante chiens : chacun d'eux reçut de jour en jour, par inoculation, un liquide préparé avec des moelles de lapins de plus en plus virulentes : le premier jour, avec une moelle en dessiccation depuis quinze jours et, le dernier jour, avec une moelle toute fraîche. Ces cinquante chiens subirent plus tard, par injection sous-cutanée ou même par injection intra-cranienne, une inoculation du virus le plus énergique, c'est-à-dire de celui qui produit la rage en sept jours chez les lapins, et aucun d'eux ne mourut; tandis que cinquante autres chiens, inoculés, le même jour, avec le même virus, furent tous pris de la rage et succombèrent tous.

M. Pasteur avait donc en mains un moyen certain de rendre les chiens réfractaires à la rage. En soumettant le plus grand nombre possible de chiens à des inoculations préventives, on pouvait avoir l'espoir de diminuer, dans une certaine proportion, les cas de rage chez l'homme, puisque la plupart de ces cas proviennent de morsures faites par des chiens enragés. Mais cette manière détournée de préserver l'homme de la rage offrait de grandes difficultés pratiques.

C'est à ce moment de l'évolution des travaux de M. Pasteur que le petit

Joseph Meister fut amené d'Alsace au laboratoire de l'École Normale. Déjà, dans ses Communications antérieures, M. Pasteur nous avait parlé, comme d'un but qu'il entrevoyait dans l'avenir, de la possibilité d'un traitement préventif antirabique pour l'homme mordu par un animal enragé; déjà même il avait essayé d'empêcher le développement de la rage chez des chiens mordus, en leur faisant subir, après les morsures, le traitement qui rend ces animaux réfractaires, et il avait réussi. Mais, bien qu'il fût convaincu par ses nombreuses expériences, et surtout par celles qui avaient porté récemment sur une série de cinquante chiens, que les inoculations préventives, telles qu'il les fait, ne produisent jamais la rage, ce n'est qu'après des hésitations faciles à comprendre que M. Pasteur se décida à soumettre Joseph Meister à ce traitement, et c'est dans des transes cruelles qu'il attendit l'époque où il pouvait être pleinement rassuré sur les suites de ce premier essai de sa méthode sur l'homme.

Depuis le jour mémorable où il nous a appris le succès de cette tentative, un nombre considérable de personnes sont venues de toutes les contrées se faire traiter par M. Pasteur. Des savants de toutes les nations se sont rendus au laboratoire de l'École Normale, et ils ont pu, à leur retour dans leur pays, fonder des établissements pour le traitement de la rage par la méthode Pasteur. La dernière Communication de notre Confrère nous a fait connaître le nombre des personnes qu'il a traitées depuis le 26 octobre 1885 jusqu'au 31 octobre 1886. Ce nombre s'élève à 2490 et, sur ce nombre, il y a 1726 Français.

Ce chiffre si considérable montre éloquemment toute la confiance inspirée aux médecins et aux malades par le traitement préventif de M. Pasteur. Jamais confiance n'a été mieux justifiée. Les divers agents thérapeutiques mis en usage jusqu'ici n'ont jamais eu la moindre vertu préservatrice : la cautérisation elle-même, seul moyen efficace, n'a de valeur que lorsqu'elle est bien faite et qu'elle est pratiquée presque immédiatement après la morsure; c'est dire assez qu'elle est le plus souvent sans effet. Le traitement de M. Pasteur, au contraire, a réussi dans presque tous les cas, puisque, si l'on ne tient compte que des malades venus de France ou d'Algérie, sur 1726 personnes soumises à ce traitement, il n'y a eu que dix cas de mort, tandis que les statistiques indiquent une mortalité de 160 pour 1000 personnes mordues par des animaux enragés ou présumés tels.

Si l'on rapproche ces nombres de ceux qui concernent les chiens sur lesquels des inoculations préventives ont été pratiquées, on ne peut con-

server aucun doute sur l'innocuité de la méthode. C'est un fait sur lequel on ne saurait trop insister : les inoculations préventives n'ont jamais donné la rage; elles n'ont même jamais produit le moindre accident local. Par conséquent, toute personne qui se soumet à ce traitement ne court aucun risque quelconque.

D'autre part, il est non moins certain que ce traitement confère l'immunité contre la rage, lorsqu'il est institué peu de jours après la morsure d'un animal enragé ou le contact du virus rabique avec une plaie. Les expériences sur les animaux le démontrent catégoriquement et les faits, déjà si nombreux de préservation, observés chez l'homme, sont aussi décisifs. Les quelques insuccès, si rares, des inoculations préventives tiennent, comme l'a indiqué M. Pasteur, soit à un emploi trop tardif du traitement, soit à ce que les inoculations avaient été faites à des intervalles trop longs ou n'avaient pas été suffisamment répétées; soit enfin à ce que, dans la série des moelles employées, on n'était pas allé jusqu'aux moelles fraîches, c'est-à-dire jusqu'aux moelles les plus virulentes. Les modifications récentes, apportées au traitement par M. Pasteur, permettent d'espérer qu'il n'y aura plus aucun échec, lorsque les inoculations seront pratiquées en temps opportun.

Ainsi donc, il est incontestable que M. Pasteur a découvert un traitement efficace pour préserver de la rage les personnes mordues par des animaux enragés. Tout lui appartient dans cette découverte. Ce sont ses propres travaux qui l'avaient préparé à une pareille recherche; c'est grâce aux ressources inépuisables de son génie expérimental qu'il a pu surmonter toutes les difficultés et qu'il a réussi à trouver cette méthode de traitement.

Les services rendus à l'humanité par M. Pasteur sont immenses. Ses travaux sur le vin, sur la bière, sur les maladies des vers à soie, sur le charbon, sur le choléra des poules, sur le rouget des porcs, ont eu des conséquences incalculables pour la richesse des nations et le bien-être des individus. Des clartés nouvelles, projetées par ses découvertes, ont dissipé les obscurités des théories médicales sur les maladies infectieuses et contagieuses; elles nous font voir la route que doit suivre la Médecine pour trouver le traitement curatif de ces maladies et, dès aujourd'hui, elles dirigent l'hygiène dans un grand nombre de ses mesures prophylactiques. D'heureuses applications de ces mêmes découvertes ont réduit, dans d'énormes proportions, la mortalité consécutive aux grandes opérations; il en a été de même pour la mortalité obstétricale; la Chirurgie a pu se lancer avec succès dans des entreprises qu'on n'osait pas tenter autrefois, tant

l'issue funeste paraissait inévitable. Que d'existences sauvées par les travaux de M. Pasteur!

La découverte du traitement préservatif de la rage après morsure augmente encore les droits de M. Pasteur à la reconnaissance publique. Elle réduit à l'impuissance un virus qui produit une maladie terrible, considérée jusqu'ici comme tout à fait incurable.

Ne nous est-il pas permis d'exprimer le sentiment de fierté patriotique que nous éprouvons, en pensant que tous ces grands résultats sont dus à un savant de notre pays?

Les recherches de M. Pasteur sur la rage ont été faites dans la période de cinq ans qui s'est écoulée depuis l'année 1881, année où le prix Jean Reynaud a été décerné à Henri Sainte-Claire Deville. D'autre part, le travail de M. Pasteur est non seulement le plus remarquable qui se soit produit dans l'ordre scientifique pendant cette période, mais encore on peut dire que c'est un des plus beaux travaux que la Science ait jamais enregistrés.

En conséquence, la Commission propose à l'Académie de décerner le prix Jean Reynaud à M. **Pasteur**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX PONTI.

(Commissaires : MM. Pasteur, Hermite, Phillips, Fremy; Bertrand, rapporteur.)

La Commission, à l'unanimité, décerne le prix Ponti, pour l'année 1886, à MM. **Renard** et **Krebs**, pour les progrès accomplis par eux dans la navigation aérienne.

L'Académie n'a pas oublié l'annonce, faite par notre Confrère Hervé Mangon, des premiers succès obtenus par ces savants officiers.

Elle n'a pas cessé de suivre avec un vif intérêt les études continuelles et les perfectionnements heureux de leurs ingénieux appareils.

Rien de plus simple, en théorie, que la navigation aérienne : un siècle entier, dont chaque année, pour ainsi dire, pourrait rappeler d'infructueuses tentatives, en a démontré les difficultés pratiques. Si les vents suspendaient leur action, la moindre force serait suffisante; mais le moindre

vent, au contraire, peut exercer sur l'immense surface de nos aérostats une action jusqu'ici invincible.

Non que le mouvement de l'air puisse troubler l'aéronaute et lui faire courir, comme au marin, de sérieux dangers; le navigateur aérien, en suivant l'air qui le porte, peut se croire immobile : son mouvement est uniforme, rien ne semble le troubler dans sa nacelle. Mais la route est forcée et la direction, jusqu'ici, impuissante.

Une tentative mémorable, précédée par de sérieuses et savantes recherches, avait été faite par Dupuy de Lôme : rien ne manquait plus qu'un moteur puissant et léger.

L'établissement de Meudon, chargé par le Ministère de la Guerre d'étudier les aérostats, devait reprendre le problème entier, en profitant de toutes les études et des progrès déjà accomplis.

Le devoir professionnel imposait à MM. Renard et Krebs une grande discrétion. Leurs explications, toujours sommaires, devaient être, sur plus d'un point, incomplètes. Mais le résultat parle assez haut : pour la première fois, et à plusieurs reprises, on a vu un ballon, après s'être éloigné de plusieurs kilomètres, revenir à son point de départ et prendre terre dans le lieu même où on l'avait gonflé.

Votre Commission vous propose, à l'unanimité, de décerner le prix Ponti à MM. **Renard** et **Krebs** pour leurs beaux travaux sur la direction des aérostats.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale ayant autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Mme la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, qui devra être décerné chaque année au premier élève sortant de l'École Polytechnique,

Le Président remet les cinq Volumes de la *Mécanique céleste*, l'*Exposition du Système du monde* et le *Traité des Probabilités* à M. **Brisse** (Édouard-Adrien), né à Épernay (Marne), le 6 juillet 1865, et entré, en qualité d'Élève-Ingénieur, à l'École des Mines.

PROGRAMME DES PRIX PROPOSÉS

POUR LES ANNÉES 1887, 1888, 1889, 1890, 1891 ET 1893.

GÉOMÉTRIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget.)

(Question proposée pour l'année 1888.)

« *Perfectionner la théorie des fonctions algébriques de deux variables indépendantes.* »

Les Mémoires manuscrits destinés à ce concours seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1888; ils devront être accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

Le prix sera une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

PRIX BORDIN.

(Question proposée pour l'année 1888.)

« *Perfectionner en un point important la théorie du mouvement d'un corps solide.* »

Le prix sera une médaille d'or de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires manuscrits destinés au concours seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1888; ils seront accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

PRIX FRANCOEUR.

Un Décret en date du 18 janvier 1883 autorise l'Académie à accepter la donation qui lui est faite par Mme Veuve Francœur, pour la fondation d'un prix *annuel* de *mille francs*, qui sera décerné à l'auteur de découvertes ou de travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

Les Mémoires manuscrits ou imprimés seront reçus jusqu'au 1er juin de chaque année.

MÉCANIQUE

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS,

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROITRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa séance publique de l'année 1887.

Les Mémoires, plans et devis, manuscrits ou imprimés, devront être adressés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

PRIX PONCELET.

Par Décret en date du 22 août 1868, l'Académie a été autorisée à accepter la donation qui lui a été faite, au nom du Général Poncelet, par Mme Veuve Poncelet, pour la fondation d'un *prix annuel* destiné à récompenser l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Le Général Poncelet, plein d'affection pour ses Confrères et de dévoue-

ment aux progrès de la Science, désirait que son nom fût associé d'une manière durable aux travaux de l'Académie et aux encouragements par lesquels elle excite l'émulation des savants. Mme Veuve Poncelet, en fondant ce prix, s'est rendue l'interprète fidèle des sentiments et des volontés de l'illustre Géomètre.

Le prix consiste en une médaille de la valeur de *deux mille francs*.

Une donation spéciale de Mme Veuve Poncelet permet à l'Académie d'ajouter au prix qu'elle a primitivement fondé un exemplaire des Œuvres complètes du Général Poncelet.

PRIX MONTYON.

M. de Montyon a offert une rente sur l'État pour la fondation d'un *prix annuel* en faveur de celui qui, au jugement de l'Académie des Sciences, s'en sera rendu le plus digne, en inventant ou en perfectionnant des instruments utiles aux progrès de l'Agriculture, des Arts mécaniques ou des Sciences.

Le prix consiste en une médaille de la valeur de *sept cents francs*.

PRIX PLUMEY.

Par un testament en date du 10 juillet 1859, M. J.-B. Plumey a légué à l'Académie des Sciences vingt-cinq actions de la Banque de France « pour » les dividendes être employés *chaque année*, s'il y a lieu, en un prix à » l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute » autre invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à » vapeur ».

En conséquence, l'Académie annonce qu'elle décernera *chaque année*, dans sa séance publique, une médaille de la valeur de *deux mille cinq cents francs* au travail le plus important qui lui sera soumis sur ces matières.

PRIX DALMONT.

Par son testament en date du 5 novembre 1863, M. Dalmont a mis à la charge de ses légataires universels de payer, *tous les trois ans*, à l'Académie des Sciences, une somme de *trois mille francs*, pour être remise à celui de MM. les Ingénieurs des Ponts et Chaussées en activité de service qui lui aura présenté, à son choix, le meilleur travail ressortissant à l'une des Sections de cette Académie.

Ce prix triennal de *trois mille francs* doit être décerné pendant la période de trente années, afin d'épuiser les *trente mille francs* légués à l'Académie, d'exciter MM. les Ingénieurs à suivre l'exemple de leurs savants devanciers, Fresnel, Navier, Coriolis, Cauchy, de Prony et Girard, et comme eux obtenir le fauteuil académique.

Un Décret en date du 6 mai 1865 a autorisé l'Académie à accepter ce legs.

En conséquence, l'Académie annonce qu'elle décernera le prix fondé par M. Dalmont dans sa séance publique de l'année 1888.

PRIX FOURNEYRON.

L'Académie des Sciences a été autorisée, par Décret du 6 novembre 1867, à accepter le legs, qui lui a été fait par M. Benoît Fourneyron, d'une somme de *cinq cents francs de rente* sur l'État français, pour la fondation d'un prix de *Mécanique appliquée*, à décerner *tous les deux ans*, le fondateur laissant à l'Académie le soin d'en rédiger le programme.

En conséquence, l'Académie propose pour sujet du prix Fourneyron, qu'elle décernera, s'il y a lieu, dans sa séance publique de l'année 1887, la question suivante : *Étude théorique et pratique sur les progrès qui ont été réalisés depuis* 1880 *dans la navigation aérienne.*

Les pièces de Concours, manuscrites ou imprimées, devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1887.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

La médaille fondée par Jérôme de Lalande, pour être accordée *annuellement* à la personne qui, en France ou ailleurs, aura fait l'observation la plus intéressante, le Mémoire ou le Travail le plus utile au progrès de l'Astronomie, sera décernée dans la prochaine séance publique, conformément à l'arrêté consulaire en date du 13 floréal an X.

Ce prix consiste en une médaille d'or de la valeur de *cinq cent quarante francs*.

PRIX DAMOISEAU.

(Question proposée pour l'année 1888.)

Un Décret en date du 16 mai 1863 a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Mme la Baronne de Damoiseau, d'une somme de *vingt mille francs*, « dont le revenu est destiné à former le montant d'un *prix annuel* », qui recevra la dénomination de *Prix Damoiseau*. Ce prix, quand l'Académie le juge utile aux progrès de la Science, peut être converti en *prix triennal* sur une question proposée.

L'Académie propose pour sujet du prix, qu'elle décernera, s'il y a lieu, dans sa séance publique de l'année 1888, la question suivante :

« *Perfectionner la théorie des inégalités à longues périodes causées par les* » *planètes dans le mouvement de la Lune. Voir s'il en existe de sensibles en* » *dehors de celles déjà bien connues.* »

Le prix sera une médaille d'or de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1888.

PRIX VALZ.

Mme Veuve Valz, par acte authentique en date du 17 juin 1874, a fait don à l'Académie d'une somme de *dix mille francs*, destinée à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous les ans* à des travaux sur l'Astronomie, conformément au prix Lalande. Sa valeur est de *quatre cent soixante francs*.

L'Académie a été autorisée à accepter cette donation par Décret en date du 29 janvier 1875.

Elle décernera, s'il y a lieu, le prix Valz de l'année 1887 à l'auteur de l'observation astronomique la plus intéressante qui aura été faite dans le courant de l'année.

PRIX JANSSEN.

Par Décret, en date du 18 décembre 1886, l'Académie a été autorisée à accepter la donation qui lui a été faite par M. Janssen pour la fondation d'un prix biennal consistant en une médaille d'or, destinée à récompenser la découverte ou le travail faisant faire un progrès important à l'Astronomie physique.

M. Janssen, dont la carrière a été presque entièrement consacrée aux progrès de l'Astronomie physique et considérant que cette science n'a pas à l'Académie de prix qui lui soit spécialement affecté, a voulu combler cette lacune.

Le prix fondé par M. Janssen sera décerné pour la première fois dans la séance publique de l'année 1887.

PHYSIQUE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget.)

Question proposée pour 1878, remise à 1880, à 1882, à 1885, et enfin à 1887.

L'Académie avait proposé pour sujet du grand prix qu'elle devait décerner en 1882 la question suivante :

« *Étude de l'élasticité d'un ou de plusieurs corps cristallisés, au double point* » *de vue expérimental et théorique.* »

Elle maintient la même question au concours pour l'année 1887. Le prix sera une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat avant le 1er juin; ils porteront une épigraphe ou devise, répétée dans un billet cacheté qui contiendra le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si la pièce à laquelle il appartient est couronnée.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget.)

Question proposée pour l'année 1884, remise à 1886, puis à 1888.

L'Académie maintient au concours, pour l'année 1888, la question suivante :

« *Perfectionner en quelque point important la théorie de l'application de* » *l'électricité à la transmission du travail.* »

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires devront être remis au Secrétariat avant le 1er juin 1888; ils porteront une épigraphe ou devise, répétée dans un billet cacheté qui contiendra le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si la pièce à laquelle il appartient est couronnée.

PRIX L. LACAZE.

Par son testament en date du 24 juillet 1865 et ses codicilles des 25 août et 22 décembre 1866, M. Louis Lacaze, docteur-médecin à Paris, a légué à l'Académie des Sciences trois rentes de *cinq mille francs* chacune, dont il a réglé l'emploi de la manière suivante :

« Dans l'intime persuasion où je suis que la Médecine n'avancera réel-
» lement qu'autant qu'on saura la Physiologie, je laisse *cinq mille francs*
» *de rente perpétuelle à l'Académie des Sciences*, en priant ce corps savant
» de vouloir bien distribuer *de deux ans en deux ans*, à dater de mon
» décès, un prix de *dix mille francs* (10000 fr.) à l'auteur de l'Ouvrage
» qui aura le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*. Les étrangers
» pourront concourir. . . . .

» Je confirme toutes les dispositions qui précèdent; mais, outre la
» somme de *cinq mille francs* de rente perpétuelle que j'ai laissée à l'*Aca-*
» *démie des Sciences* de Paris pour fonder un *prix de Physiologie*, que je
» maintiens ainsi qu'il est dit ci-dessus, je laisse encore à la même *Acadé-*
» *mie des Sciences* deux sommes de *cinq mille francs* de rente perpétuelle,
» libres de tous frais d'enregistrement ou autres, destinées à fonder deux
» autres prix, l'un pour le meilleur travail sur la *Physique*, l'autre pour
» le meilleur travail sur la *Chimie*. Ces deux prix seront, comme celui de
» *Physiologie*, distribués *tous les deux ans*, à perpétuité, à dater de mon
» décès, et seront aussi de *dix mille francs* chacun. Les étrangers pourront
» concourir. Ces sommes ne seront pas partageables et seront données
» en totalité aux auteurs qui en auront été jugés dignes. Je provoque ainsi,
» par la fondation assez importante de ces *trois prix*, en Europe et peut-
» être ailleurs, une série continue de recherches sur les sciences naturelles,
» qui sont la base la moins équivoque de tout savoir humain; et, en
» même temps, je pense que le jugement et la distribution de ces récom-
» penses par l'*Académie des Sciences* de Paris sera un titre de plus, pour
» ce corps illustre, au respect et à l'estime dont il jouit dans le monde
» entier. Si ces prix ne sont pas obtenus par des Français, au moins ils
» seront distribués par des Français, et par le premier corps savant de
» France. »

Un Décret en date du 27 décembre 1869 a autorisé l'Académie à accepter cette fondation; en conséquence, elle décernera, dans sa séance pu-

blique de l'année 1887, trois prix de *dix mille francs* chacun aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*, de la *Physique* et de la *Chimie*. (Voir pages 1404 et 1415.)

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

L'Académie annonce que, parmi les Ouvrages qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la *Statistique de la France*, celui qui, à son jugement, contiendra les recherches les plus utiles, sera couronné dans la prochaine séance publique. Elle considère comme admis à ce concours les Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés, arrivent à sa connaissance.

Le prix consiste en une médaille de la valeur de *cinq cents francs*.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

Par un testament, en date du 13 mars 1851, M. le Dr Jecker a fait à l'Académie un legs de *dix mille francs de rente* destiné à *accélérer les progrès de la Chimie organique*.

A la suite d'une transaction intervenue entre elle et les héritiers Jecker, l'Académie avait dû fixer à *cinq mille francs* la valeur de ce prix jusqu'au moment où les reliquats tenus en réserve lui permettraient d'en rétablir la quotité, conformément aux intentions du testateur.

Ce résultat étant obtenu depuis 1877, l'Académie annonce qu'elle décernera *tous les ans* le prix Jecker, porté à la somme de *dix mille francs*,

aux travaux qu'elle jugera les plus propres à hâter les progrès de la *Chimie organique*.

PRIX L. LACAZE.

Voir page 1402.

GEOLOGIE.

PRIX DELESSE.

Mme Veuve Delesse, par acte notarié en date du 28 février 1883, a fait don à l'Académie d'une somme de *vingt mille francs*, destinée par elle à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous les deux ans*, s'il y a lieu, à l'auteur, français ou étranger, d'un travail concernant les Sciences géologiques, ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

L'Académie, ayant été autorisée à accepter cette donation par Décret du 15 mai 1883, a fixé la valeur du prix Delesse à *quatorze cents francs*. Il sera décerné, pour la seconde fois, dans la séance publique de l'année 1887.

BOTANIQUE.

PRIX BARBIER.

M. Barbier, ancien Chirurgien en chef de l'hôpital du Val-de-Grâce, a légué à l'Académie des Sciences une rente de *deux mille francs*, destinée à la fondation d'un *prix annuel* « pour celui qui fera une découverte pré- » cieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans » la Botanique ayant rapport à l'art de guérir ».

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique.

PRIX DESMAZIÈRES.

Par son testament, en date du 14 avril 1855, M. Desmazières a légué à l'Académie des Sciences un capital de *trente-cinq mille francs*, devant être converti en rentes *trois pour cent*, et servir à fonder un *prix annuel* pour être décerné « à l'auteur, français ou étranger, du meilleur ou du » plus utile écrit, publié dans le courant de l'année précédente, sur tout » ou partie de la Cryptogamie ».

Conformément aux stipulations ci-dessus, l'Académie annonce qu'elle décernera le prix Desmazières dans sa prochaine séance publique.

Le prix est une médaille de la valeur de *seize cents francs*.

PRIX DE LA FONS MÉLICOCQ.

M. de La Fons Mélicocq a légué à l'Académie des Sciences, par testament en date du 4 février 1866, une rente de *trois cents francs* qui devra être accumulée, et « servira à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous* » *les trois ans* au meilleur *Ouvrage de Botanique sur le nord de la France,* » c'est-à-dire *sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes,* » *de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne* ».

Ce prix consiste en une médaille de la valeur de *neuf cents francs;* l'Académie le décernera, s'il y a lieu, dans sa séance publique de l'année 1889, au meilleur Ouvrage, manuscrit ou imprimé, remplissant les conditions stipulées par le testateur.

PRIX THORE.

Par son testament olographe, en date du 3 juin 1863, M. François-Franklin Thore a légué à l'Académie des Sciences une inscription de rente *trois pour cent* de *deux cents francs*, pour fonder un *prix annuel* à décerner « à l'auteur du meilleur Mémoire sur les Cryptogames cellulaires d'Europe (Algues fluviatiles ou marines, Mousses, Lichens ou Champignons), » ou sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe ».

Ce prix est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'un Insecte. (*Voir* page 1410.)

PRIX MONTAGNE.

Par testament en date du 11 octobre 1862, M. Jean-François-Camille Montagne, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences la totalité de ses biens, à charge par elle de distribuer *chaque année* un ou deux prix, au choix de la *Section de Botanique*.

« Ces prix, dit le testateur, seront ou pourront être, l'un de *mille francs*, l'autre de *cinq cents francs*. »

Un Décret en date du 21 juillet 1866 a autorisé l'Académie à accepter ce legs. En conséquence, l'Académie décernera, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique, les prix Montagne aux auteurs de travaux importants ayant pour objet l'anatomie, la physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieures (Thallophytes et Muscinées).

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin; les concurrents devront être Français ou naturalisés Français.

AGRICULTURE.

PRIX VAILLANT.

(Question proposée pour l'année 1888.)

M. le Maréchal Vaillant, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *quarante mille francs*, destinée à fonder un prix qui sera décerné soit annuellement, soit à de plus longs intervalles. « Je » n'indique aucun sujet pour le prix, dit M. le Maréchal Vaillant, ayant » toujours pensé laisser une grande Société comme l'Académie des Sciences » appréciatrice suprême de ce qu'il y avait de mieux à faire avec les fonds » mis à sa disposition. »

L'Académie, autorisée par Décret du 7 avril 1873 à accepter ce legs, a décidé que le prix fondé par M. le Maréchal Vaillant serait décerné *tous les*

deux ans. Elle propose d'attribuer le prix de l'année 1888 à l'auteur du *meilleur travail sur les maladies des céréales*.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, destinés à ce Concours devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1888.

PRIX MOROGUES.

M. le baron B. de Morogues a légué, par son testament en date du 25 octobre 1834, une somme de *dix mille francs*, placée en rentes sur l'État, pour faire l'objet d'un prix à décerner *tous les cinq ans*, alternativement, par l'Académie des Sciences à l'*Ouvrage qui aura fait faire le plus grand progrès à l'Agriculture en France*, et par l'Académie des Sciences morales et politiques au *meilleur Ouvrage sur l'état du paupérisme en France et le moyen d'y remédier*.

L'Académie des Sciences décernera le prix Morogues en 1893. Les Ouvrages, *imprimés et écrits en français*, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget.)

Question proposée pour l'année 1887.

« *Étudier les phénomènes de la phosphorescence chez les animaux*. »

Les concurrents devront déterminer, à l'aide de recherches anatomiques et embryogéniques, quelle est la nature fondamentale des organes phosphorescents. Ils devront en outre démontrer, par les méthodes physiques et chimiques, le mode de production et les propriétés de la lumière émise.

Le prix pourra être décerné à tout travail suffisamment approfondi, portant sur un grand groupe du règne animal.

Le prix sera une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1887.

PRIX BORDIN.

(Question proposée pour l'année 1885 et remise à 1887.)

« *Étude comparative des animaux d'eau douce de l'Afrique, de l'Asie méri-* » *dionale, de l'Australie et des îles du grand Océan.* »

Les concurrents devront examiner aussi très attentivement les relations zoologiques qui peuvent exister entre ces animaux et les espèces marines plus ou moins voisines.

Le prix sera une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

Les travaux, manuscrits ou imprimés, destinés à concourir devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1887.

PRIX BORDIN.

(Question proposée pour l'année 1887.)

« *Étude comparative de l'appareil auditif chez les animaux vertébrés à* » *sang chaud. Mammifères et Oiseaux.* »

L'appareil auditif des Mammifères et des Oiseaux est passablement connu dans ses traits généraux; néanmoins, à l'égard des fonctions de cet appareil, surgissent des questions du plus haut intérêt, qui appellent des recherches d'un caractère tout particulier.

Il s'agirait de décrire et de représenter d'une manière comparative et absolument précise les dispositions et la structure de l'appareil auditif dans quelques types choisis de la classe des Mammifères et de la classe des Oiseaux, et de poursuivre des observations et des expériences en vue de déterminer dans chaque type la nature et l'étendue des perceptions auditives, en rapport avec la conformation organique.

Il est certain que les perceptions auditives diffèrent d'une manière très notable chez des animaux d'une même classe. Il y a des particularités qui coïncident avec les conditions de la vie que trahissent les dispositions organiques. Un exemple pourra fixer les idées sur le genre de recherches que l'Académie entend provoquer.

Ainsi, tandis que, chez les Mammifères en général, le rocher ou pétrosal qui loge l'oreille interne est la portion la plus dure et la plus épaisse des parois du crâne, chez les Chauves-Souris, le rocher demeure à l'état cartilagineux, en même temps que toutes les parties de l'oreille présentent un développement exceptionnel. Or, on reconnaît que les Chauves-Souris errant la nuit, à travers les airs, à la poursuite d'insectes, entendent à distance le vol d'un moucheron, percevant ainsi des sons très faibles et des notes d'une extrême acuité, qui échappent à l'oreille humaine comme à l'oreille de tous les Mammifères terrestres. Selon certaines apparences, les Chauves-Souris n'entendent point les sons graves. En opposition, on sera conduit à étudier l'appareil auditif chez des Mammifères dont les cris annoncent la perception de sons très graves, peut-être à l'exclusion de notes aiguës : tels des Ruminants.

Chez les Oiseaux, le chant de diverses espèces suffit à convaincre de la délicatesse des perceptions auditives. Quelques expériences incomplètement réalisées donnent à croire que ces êtres perçoivent des sons très élevés et sont insensibles à des notes basses qui affectent l'oreille humaine, On trouvera selon toute probabilité des aptitudes contraires chez d'autres Oiseaux, tels que des Cigognes, des Hérons, des Palmipèdes.

Des observations comparatives vraiment rigoureuses et des expériences bien conduites éclaireraient certainement d'un jour nouveau des phénomènes qui intéressent à la fois la Physique, la Physiologie et la Psychologie.

Le prix sera une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

Les travaux, manuscrits ou imprimés, destinés à ce concours seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1887.

PRIX THORE.

Par son testament olographe, en date du 3 juin 1863, M. François-Franklin Thore a légué à l'Académie des Sciences une inscription de rente *trois pour cent* de *deux cents francs*, pour fonder un *prix annuel* à décerner « à » l'auteur du meilleur Mémoire sur les Cryptogames cellulaires d'Europe » (Algues fluviatiles ou marines, Mousses, Lichens ou Champignons), ou sur » les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe ».

Ce prix est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames

cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'un Insecte. (*Voir* page 1405.)

PRIX SAVIGNY, FONDÉ PAR Mlle LETELLIER.

Un Décret, en date du 20 avril 1864, a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation qui lui a été faite par Mlle Letellier, au nom de Savigny, d'une somme de *vingt mille francs* pour la fondation d'un *prix annuel* en faveur des jeunes zoologistes voyageurs.

« Voulant, dit la testatrice, perpétuer, autant qu'il est en mon pouvoir » de le faire, le souvenir d'un martyr de la science et de l'honneur, je » lègue à l'Institut de France, Académie des Sciences, Section de Zoologie, » *vingt mille francs*, au nom de Marie-Jules-César Le Lorgne de Savigny, » ancien Membre de l'Institut d'Égypte et de l'Institut de France, pour » l'intérêt de cette somme de *vingt mille francs* être employé à aider les » jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du » Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans » vertèbres de l'Égypte et de la Syrie. »

Le prix consiste en une médaille de *neuf cent soixante-quinze francs*.

PRIX DA GAMA MACHADO.

Par un testament en date du 12 mars 1852, M. le commandeur J. da Gama Machado a légué à l'Académie des Sciences une somme de *vingt mille francs*, réduite à *dix mille francs*, pour la fondation d'un prix qui doit porter son nom.

Un Décret du 19 juillet 1878 a autorisé l'Académie à accepter ce legs.

En conséquence, l'Académie, conformément aux intentions exprimées par le testateur, décernera, *tous les trois ans*, le prix da Gama Machado aux meilleurs Mémoires qu'elle aura reçus sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

Le prix consistera en une médaille de *douze cents francs*.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être reçus au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1888.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

Conformément au testament de M. Auget de Montyon et aux Ordonnances royales des 29 juillet 1821, 2 juin 1825 et 23 août 1829, il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs des Ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir*, et à ceux qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie, ou qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du Concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Conformément à l'Ordonnance du 23 août 1829, outre les prix annoncés ci-dessus, il sera aussi décerné, s'il y a lieu, des prix aux meilleurs résultats des recherches entreprises sur des questions proposées par l'Académie, conformément aux vues du fondateur.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX BRÉANT.

Par son testament en date du 28 août 1849, M. Bréant a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fonda-

tion d'un prix à décerner « à celui qui aura trouvé le moyen de guérir du choléra asiatique ou qui aura découvert les causes de ce terrible fléau [1] ».

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne sera pas décerné tout de suite, le fondateur a voulu, jusqu'à ce que ce prix soit gagné, que l'*intérêt du capital* fût donné à la personne qui aura fait avancer la Science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, ou enfin que ce prix pût être gagné par celui qui indiquera le moyen de guérir radicalement les dartres ou ce qui les occasionne.

Les concurrents devront satisfaire aux conditions suivantes :

1° Pour remporter le prix de *cent mille francs*, il faudra : « *Trouver une* » *médication qui guérisse le choléra asiatique dans l'immense majorité des cas* » ;

Ou : « *Indiquer d'une manière incontestable les causes du choléra asiatique, de* » *façon qu'en amenant la suppression de ces causes on fasse cesser l'épidémie ;* »

Ou enfin : « *Découvrir une prophylaxie certaine, et aussi évidente que l'est,* » *par exemple, celle de la vaccine pour la variole* ».

2° Pour obtenir le *prix annuel* représenté par l'intérêt du capital, il faudra, par des procédés rigoureux, avoir démontré dans l'atmosphère l'existence de matières pouvant jouer un rôle dans la production ou la propagation des maladies épidémiques.

---

(1) Il paraît convenable de reproduire ici les propres termes du fondateur : « Dans l'état » actuel de la Science, je pense qu'il y a encore beaucoup de choses à trouver dans la com- » position de l'air et dans les fluides qu'il contient : en effet, rien n'a encore été découvert » au sujet de l'action qu'exercent sur l'économie animale les fluides électriques, magné- » tiques ou autres ; rien n'a été découvert également sur les animalcules qui sont répan- » dus en nombre infini dans l'atmosphère, et qui sont peut-être la cause ou une des » causes de cette cruelle maladie.

» Je n'ai pas connaissance d'appareils aptes, ainsi que cela a lieu pour les liquides, » à reconnaître l'existence dans l'air d'animalcules aussi petits que ceux que l'on aper- » çoit dans l'eau en se servant des instruments microscopiques que la Science met à la » disposition de ceux qui se livrent à cette étude.

» Comme il est probable que le prix de *cent mille francs*, institué comme je l'ai » expliqué plus haut, ne sera pas décerné de suite, je veux, jusqu'à ce que ce prix soit » gagné, que l'intérêt dudit capital soit donné par l'Institut à la personne qui aura fait » avancer la Science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, » soit en donnant de meilleures analyses de l'air, en y démontrant un élément morbide, » soit en trouvant un procédé propre à connaître et à étudier les animalcules qui » jusqu'à présent ont échappé à l'œil du savant, et qui pourraient bien être la cause ou » une des causes de la maladie. »

Dans le cas où les conditions précédentes n'auraient pas été remplies, le *prix annuel* pourra, aux termes du testament, être accordé à celui qui aura trouvé le moyen de guérir radicalement les dartres, ou qui aura éclairé leur étiologie.

PRIX GODARD.

Par un testament en date du 4 septembre 1862, M. le Dr Godard a légué à l'Académie des Sciences « le capital d'une rente de *mille francs, trois pour cent,* pour fonder un prix qui, *chaque année,* sera donné au meilleur Mémoire sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires. Aucun sujet de prix ne sera proposé. « Dans le cas où, une » année, le prix ne serait pas donné, il serait ajouté au prix de l'année sui- » vante. »

En conséquence, l'Académie annonce que le prix Godard, représenté par une médaille de *mille francs,* sera décerné, chaque année, dans sa séance publique, au travail qui remplira les conditions prescrites par le testateur.

PRIX SERRES.

M. Serres, membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *soixante mille francs,* pour l'institution d'un *prix triennal* « *sur* » *l'embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à* » *la Médecine* ».

Un Décret en date du 19 août 1868 a autorisé l'Académie à accepter ce legs; en conséquence, elle décernera un prix de la valeur de *sept mille cinq cents francs,* dans sa séance publique de l'année 1887, au meilleur Ouvrage qu'elle aura reçu sur cette importante question.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1887.

PRIX CHAUSSIER.

M. Chaussier a légué à l'Académie des Sciences, par testament en date du 19 mai 1863, « une inscription de rente de *deux mille cinq cents francs* par an, que l'on accumulera pendant *quatre ans* pour donner un prix

sur le meilleur Livre ou Mémoire qui aura paru pendant ce temps, et fait avancer la Médecine, soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique ».

Un Décret, en date du 7 juillet 1869, a autorisé l'Académie à accepter ce legs. Elle décernera ce prix, de la valeur de *dix mille francs*, dans sa séance publique de l'année 1887, au meilleur Ouvrage paru dans les quatre années qui auront précédé son jugement.

Le Ouvrages ou Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

PRIX DUSGATE.

M. Dusgate, par testament en date du 11 janvier 1872, a légué à l'Académie des Sciences *cinq cents francs* de rentes françaises *trois pour cent* sur l'État, pour, avec les arrérages annuels, fonder un *prix* de *deux mille cinq cents francs,* à délivrer *tous les cinq ans* à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

Un Décret du 27 novembre 1874 a autorisé l'Académie à accepter ce legs; en conséquence, elle annonce qu'elle décernera le prix Dusgate, s'il y a lieu, dans sa séance publique de l'année 1890.

Les Ouvrages ou Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin.

PRIX LALLEMAND.

Par un testament en date du 2 novembre 1852, M. C.-F. Lallemand, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cinquante mille francs* dont les intérêts annuels doivent être employés, en son nom, à « récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots ».

Un Décret en date du 26 avril 1855 a autorisé l'Académie à accepter ce legs, dont elle n'a pu bénéficier qu'en 1880; elle annonce, en conséquence, qu'elle décernera *annuellement* le prix Lallemand, dont la valeur est fixée à *dix-huit cents francs*.

Les travaux destinés au concours devront être envoyés au Secrétariat avant le 1er juin.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON, PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE.

M. de Montyon, par deux donations successives, ayant offert à l'Académie des Sciences la somme nécessaire à la fondation d'un prix annuel de Physiologie expérimentale, et le Gouvernement l'ayant autorisée à accepter ces donations, elle annonce qu'elle adjugera annuellement une médaille de la valeur de *sept cent cinquante francs* à l'Ouvrage, imprimé ou manuscrit, qui lui paraîtra répondre le mieux aux vues du fondateur.

PRIX L. LACAZE.

Voir page 1402.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GAY.

Par un testament en date du 3 novembre 1873, M. Claude Gay, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une rente perpétuelle de *deux mille cinq cents francs*, pour un *prix annuel* de Géographie physique, conformément au programme donné par une Commission nommée à cet effet.

L'Académie rappelle qu'elle a proposé pour sujet du prix qu'elle doit décerner dans sa séance publique de l'année 1887 la question suivante :

« *Distribution de la chaleur à la surface du globe.* »

Rechercher par la théorie suivant quelles lois la chaleur solaire arrive

aux différentes latitudes du globe terrestre dans le cours de l'année, en tenant compte de l'absorption atmosphérique. Faire une étude comparative de la distribution des températures données par les observations.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1887.

PRIX GAY.

(Question proposée pour l'année 1888.)

« *Dresser, d'après des observations nouvelles et en mettant à contribution* » *celles déjà publiées, des Cartes mensuelles des courants de surface dans* » *l'océan Atlantique.*

» *Donner un aperçu du régime des glaces en mouvement aux abords des* » *régions boréales.* »

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1888.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX MONTYON, ARTS INSALUBRES.

Conformément au testament de M. Auget de Montyon et aux Ordonnances royales des 29 juillet 1821, 2 juin 1825 et 23 août 1829, il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs des ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir*, et à ceux qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie, ou qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX CUVIER.

La Commission des souscripteurs pour la statue de Georges Cuvier ayant offert à l'Académie une somme résultant des fonds de la souscription restés libres, avec l'intention que le produit en fût affecté à un prix qui porterait le nom de *Cuvier*, et serait décerné *tous les trois ans* à l'Ouvrage le plus remarquable, soit sur le règne animal, soit sur la Géologie, le Gouvernement a autorisé cette fondation par une Ordonnance en date du 9 août 1839.

L'Académie annonce qu'elle décernera, s'il y a lieu, le prix *Cuvier*, dans sa séance publique de l'année 1888, à l'Ouvrage qui remplira les conditions du concours, et qui aura paru depuis le 1er janvier 1885 jusqu'au 31 décembre 1888.

Le prix Cuvier consiste en une médaille de la valeur de *quinze cents francs*.

PRIX TRÉMONT.

M. le baron de Trémont, par son testament en date du 5 mai 1847, a légué à l'Académie des Sciences une somme *annuelle* de *onze cents francs*, pour aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire « pour atteindre un but utile et glorieux pour la France ».

Un Décret, en date du 8 septembre 1856, a autorisé l'Académie à accepter cette fondation.

En conséquence, l'Académie annonce que, dans sa séance publique de l'année 1887, elle accordera la somme provenant du legs Trémont, à titre d'encouragement, à tout « savant, ingénieur, artiste ou mécanicien » qui, se trouvant dans les conditions indiqués, aura présenté, dans le courant

de l'année, une découverte ou un perfectionnement paraissant répondre le mieux aux intentions du fondateur.

PRIX GEGNER.

M. Jean-Louis Gegner, par testament en date du 12 mai 1868, a légué à l'Académie des Sciences « un nombre d'obligations suffisant pour former le capital d'un revenu *annuel* de *quatre mille francs*, destiné à soutenir un savant qui se sera signalé par des travaux sérieux, et qui dès lors pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur des progrès des Sciences positives ».

L'Académie des Sciences a été autorisée, par Décret en date du 2 octobre 1869, à accepter cette fondation.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

Par un testament en date du 17 août 1872, Mme Veuve Delalande-Guérineau a légué à l'Académie des Sciences une somme réduite à *dix mille cinq francs*, pour la fondation d'un prix à décerner *tous les deux ans* « *au voyageur* » *français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à* » *la France ou à la Science* ».

Un Décret en date du 25 octobre 1873 a autorisé l'Académie à accepter ce legs. Elle décernera, en conséquence, le prix Delalande-Guérineau dans sa séance publique de l'année 1888.

Le prix consiste en une médaille de la valeur de *mille francs*.

Les pièces de concours devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

PRIX JEAN REYNAUD.

Mme Veuve Jean Reynaud, « voulant honorer la mémoire de son mari et perpétuer son zèle pour tout ce qui touche aux gloires de la France », a, par acte en date du 23 décembre 1878, fait donation à l'Institut de France d'une rente sur l'État français, de la somme de *dix mille francs*, destinée à fonder un prix annuel qui sera successivement décerné par

les cinq Académies « au travail le plus méritant, relevant de chaque classe de l'Institut, qui se sera produit pendant une période de cinq ans ».

« Le prix J. Reynaud, dit la fondatrice, ira toujours à une œuvre originale, élevée et ayant un caractère d'invention et de nouveauté.

» Les Membres de l'Institut ne seront pas écartés du concours.

» Le prix sera toujours décerné intégralement; dans le cas où aucun » ouvrage ne semblerait digne de le mériter entièrement, sa valeur sera » délivrée à quelque grande infortune scientifique, littéraire ou artistique. »

Un Décret en date du 25 mars 1879 a autorisé l'Institut à accepter cette généreuse donation. En conséquence, l'Académie des Sciences annonce qu'elle décernera le prix Jean Reynaud, pour la troisième fois, dans sa séance publique de l'année 1891.

PRIX JÉROME PONTI.

M. le chevalier André Ponti, désirant perpétuer le souvenir de son frère Jérôme Ponti, a fait donation, par acte notarié du 11 janvier 1879, d'une somme de *soixante mille lires* italiennes, dont les intérêts devront être employés par l'Académie « selon qu'elle le jugera le plus à propos pour encourager les Sciences et aider à leurs progrès ».

Un Décret en date du 15 avril 1879 a autorisé l'Académie des Sciences à accepter cette donation; elle annonce, en conséquence, qu'elle décernera le prix Jérôme Ponti *tous les deux ans,* à partir de l'année 1882.

Le prix, de la valeur de *trois mille cinq cents francs,* sera accordé à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1888.

PRIX PETIT D'ORMOY.

Par son testament, en date du 24 juin 1875, M. A. Petit d'Ormoy a institué l'Académie des Sciences sa légataire universelle, à charge par elle d'employer les revenus de sa succession en prix et récompenses attribués suivant les conditions qu'elle jugera convenable d'établir, moitié à des

travaux théoriques, moitié à des applications de la Science à la pratique médicale, mécanique ou industrielle.

Un Décret, en date du 20 février 1883, a autorisé l'Académie à accepter ce legs; en conséquence, elle a décidé que, sur les fonds produits par le legs Petit d'Ormoy, elle décernera *tous les deux ans*, à partir de l'année 1883, un prix de *dix mille francs* pour les Sciences mathématiques pures ou appliquées, et un prix de *dix mille francs* pour les Sciences naturelles.

Les reliquats disponibles de la fondation pourront être employés par l'Académie en prix ou récompenses, suivant les décisions qui seront prises à ce sujet.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Mme la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace.

Ce prix est décerné, *chaque année*, au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

CONDITIONS COMMUNES A TOUS LES CONCOURS.

Les concurrents sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des Ouvrages envoyés aux concours; les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies au Secrétariat de l'Institut.

Par une mesure générale prise en 1865, l'Académie a décidé que la clôture des concours pour les prix qu'elle propose aurait lieu à la même époque de l'année, et le terme a été fixé au **PREMIER JUIN**.

Les concurrents doivent indiquer, par une analyse succincte, la partie de leur travail où se trouve exprimée la découverte sur laquelle ils appellent le jugement de l'Académie.

Nul n'est autorisé à prendre le titre de LAURÉAT DE L'ACADÉMIE, s'il n'a été jugé digne de recevoir un PRIX. Les personnes qui ont obtenu des *récompenses,* des *encouragements* ou des *mentions,* n'ont pas droit à ce titre.

LECTURES.

M. **A. VULPIAN** lit l'éloge historique de **MARIE-JEAN-PIERRE FLOURENS,** Membre de l'Académie.

J. B. et A. V.

TABLEAUX

DES PRIX DÉCERNÉS ET DES PRIX PROPOSÉS

DANS LA SÉANCE DU LUNDI 27 DÉCEMBRE 1886.

TABLEAU DES PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1886.

PRIX PROPOSÉS

pour les années 1887, 1888, 1889, 1890, 1891 *et* 1893.

PHYSIQUE.

STATISTIQUE.

CHIMIE.

GÉOLOGIE.

BOTANIQUE.

AGRICULTURE.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PHYSIOLOGIE.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GÉNÉRAUX.

TABLEAU PAR ANNÉE

DES PRIX PROPOSÉS POUR 1887, 1888, 1889, 1890, 1891 ET 1893.

1887

PRIX FRANCŒUR. — Découvertes ou travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS. — Progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

PRIX PONCELET. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile au progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées.

PRIX MONTYON. — Mécanique.

PRIX PLUMEY. — Décerné à l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à vapeur.

PRIX FOURNEYRON. — Étude théorique et pratique sur les progrès qui ont été réalisés depuis 1880 dans la navigation aérienne.

PRIX LALANDE. — Astronomie.

PRIX VALZ. — Astronomie.

PRIX JANSSEN. — Astronomie physique.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES. — Étude de l'élasticité d'un ou de plusieurs corps cristallisés, au double point de vue expérimental et théorique.

PRIX L. LACAZE. — Décerné à l'auteur du meilleur travail sur la Physique, sur la Chimie et sur la Physiologie.

PRIX MONTYON. — Statistique.

PRIX JECKER. — Chimie organique.

PRIX DELESSE. — Destiné à l'auteur d'un travail concernant les Sciences géologiques ou, à défaut, les Sciences minéralogiques.

PRIX BARBIER. — Décerné à celui qui fera une découverte précieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans la Botanique ayant rapport à l'art de guérir.

PRIX DESMAZIÈRES. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile sur tout ou partie de la Cryptogamie.

PRIX THORE. — Décerné alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.

PRIX MONTAGNE. — Décerné aux auteurs de travaux importants ayant pour objet l'anatomie, la physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieures.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES. — Étudier les phénomènes de la phosphorescence chez les animaux.

PRIX BORDIN. — Étude comparative des animaux d'eau douce de l'Afrique, de l'Asie méridionale, de l'Australie et des îles du grand Océan.

PRIX BORDIN. — Étude comparative de l'appareil auditif chez les animaux vertébrés à sang chaud, Mammifères et Oiseaux.

PRIX SAVIGNY, fondé par Mlle Letellier. — Décerné à de jeunes zoologistes voyageurs.

PRIX MONTYON. — Médecine et Chirurgie.

PRIX BRÉANT. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de guérir le choléra asiatique.

PRIX GODARD. — Sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.

PRIX SERRES. — Sur l'embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine.

PRIX CHAUSSIER. — Décerné à des travaux importants de Médecine légale ou de Médecine pratique.

PRIX LALLEMAND. — Destiné à récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots.

PRIX MONTYON. — Physiologie expérimentale.

PRIX GAY. — Distribution de la chaleur à la surface du globe.

PRIX MONTYON. — Arts insalubres.

PRIX TRÉMONT. — Destiné à tout savant, artiste ou mécanicien auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France.

PRIX GEGNER. — Destiné à soutenir un savant qui se sera distingué par des travaux sérieux poursuivis en faveur du progrès des Sciences positives.

PRIX PETIT D'ORMOY. — Sciences mathématiques pures ou appliquées et Sciences naturelles.

PRIX LAPLACE. — Décerné au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

1888

Grand prix des Sciences mathématiques. — Perfectionner la théorie des fonctions algébriques de deux variables indépendantes.

Prix Bordin. — Perfectionner en un point important la théorie du mouvement d'un corps solide.

Prix Dalmont. — Décerné aux ingénieurs des Ponts et Chaussées qui auront présenté à l'Académie le meilleur travail ressortissant à l'une de ses Sections.

Prix Damoiseau. — Perfectionner la théorie des inégalités à longues périodes causées par les planètes dans le mouvement de la Lune.

Grand prix des Sciences mathématiques. — Perfectionner en quelque point important la théorie de l'application de l'électricité à la transmission du travail.

Prix Vaillant. — Destiné à l'auteur du meilleur travail sur les maladies des céréales.

Prix da Gama Machado. — Sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

Prix Gay. — Dresser des cartes mensuelles des courants de surface dans l'océan Atlantique. Donner un aperçu du régime des glaces en mouvement aux abords des régions boréales.

Prix Cuvier. — Destiné à l'Ouvrage le plus remarquable soit sur le règne animal, soit sur la Géologie.

Prix Delalande-Guérineau. — Destiné au voyageur français au au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à la France ou à la Science.

Prix Jérome Ponti. — Décerné à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.

1889

Prix de la Fons Mélicocq. — Décerné au meilleur Ouvrage de Botanique sur le nord de la France.

1890

Prix Dusgate. — Décerné à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

1891

Prix Jean Reynaud. — Décerné au travail le plus méritant qui se sera produit pendant une période de cinq ans.

1893

Prix Morogues. — Décerné à l'Ouvrage qui aura fait faire le plus grand progrès à l'Agriculture en France.

FIN DU TOME CENT-TROISIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1886.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME CIII.

A

B

C

D

E

H

L

N

O

P

R

S

T

U

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

S

T

U

V

W

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
12126 Paris. — Quai des Augustins, 55.